



Cuadernos de Estrategia 182

La colaboración tecnológica entre la universidad y las Fuerzas Armadas

Instituto
Español
de Estudios
Estratégicos

ieeee.es
Instituto Español de Estudios Estratégicos



MINISTERIO DE DEFENSA



Cuadernos de Estrategia 182

La colaboración tecnológica entre la universidad y las Fuerzas Armadas

Instituto
Español
de Estudios
Estratégicos

ieee.es
Instituto Español de Estudios Estratégicos



MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autores y editor, 2016

NIPO: 083-16-380-9 (edición papel)
ISBN: 978-84-9091-217-1 (edición papel)

Depósito Legal: M-29900-2016

Fecha de edición: octubre 2016

Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa



NIPO: 083-16-381-4 (edición libro-e)
ISBN: 978-84-9091-218-8 (edición libro-e)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma.

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

En esta edición se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.



ÍNDICE

	Página
Capítulo primero	
Introducción al cuaderno	9
<i>José Carlos de la Fuente Chacón y David García Dolla</i>	
Introducción	11
Formación e I+D+i	15
Actores implicados en la colaboración tecnológica	17
<i>Base tecnológica e industrial de defensa</i>	20
Variedad y dimensión	21
Carácter complementario de sus actividades tecnológicas	22
<i>El caso particular de la universidad</i>	23
Colaboración tecnológica como medio de mejora	24
Oportunidades para la colaboración en I+D+i	27
<i>Oportunidades vinculadas al ámbito militar</i>	27
<i>Oportunidades vinculadas al uso dual de la tecnología</i>	29
<i>Oportunidades vinculadas al apoyo de la UE a la industria de defensa</i> ...	32
Retos para la colaboración en I+D+i	34
Conclusiones	40
Capítulo segundo	
Colaboración en el proceso educativo	41
<i>Vicente Ortega Castro</i>	
Introducción y consideraciones previas	43
Evolución histórica de las enseñanzas militares	45
Las enseñanzas militares en tecnologías después de la guerra civil en España	51
Preocupación por la reforma de las enseñanzas militares	53
Comienzan las reformas	56
La ley de la carrera militar	63
Desarrollo del proceso de reforma	66
La formación de posgrado	73

	Página
Resumen y conclusiones	76
ANEXO I. Legislación relativa al proceso de reforma de las enseñanzas militares	81
ANEXO II. Colaboraciones entre instituciones del Ministerio de Defensa y las universidades en enseñanza superior	85
 Capítulo tercero	
Cooperación en la actividad investigadora, desarrollo tecnológico e innovación entre la universidad y las Fuerzas Armadas	87
<i>Gonzalo León Serrano</i>	
Objetivos	89
Relevancia de la actividad de I+D e innovación para las FAS	95
<i>Justificación</i>	95
<i>Utilización progresiva de los esquemas de innovación abierta desde las FAS</i>	98
1950-1990: sistema cerrado.....	98
1990-2015: sistema abierto.....	99
<i>Evolución histórica de la cooperación de la universidad con las FAS</i>	101
Del aislamiento a la configuración de un ecosistema.....	101
Estructura de la ejecución de I+D en las FAS españolas	105
<i>La I+D en Defensa en el ordenamiento legislativo español</i>	105
Situación en España.....	105
Centros tecnológicos de la Defensa y su evolución legal.....	106
Modalidades de cooperación en I+D entre las FAS y universidades.....	107
<i>La cooperación de las universidades con las FAS en el contexto internacional</i>	110
Marco general.....	110
NATO y sus programas de financiación.....	110
Agencia Europea de Defensa (EDA).....	112
Dualidad en la Agencia Europea del Espacio (ESA).....	113
Evolución en el marco de H2020.....	115
Realización conjunta de proyectos de I+D entre las FAS y las universidades españolas	117
<i>Pasado y presente de la cooperación con las universidades</i>	117
Adquisición de infraestructuras.....	117
CIDA (Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada).....	118
MCCD (Mando Conjunto de Ciberdefensa).....	119
Cátedras universidad-empresa con las FAS.....	119
<i>Realización del doctorado en cooperación con las FAS</i>	119
Conclusiones y recomendaciones	122
<i>Conclusiones</i>	122
<i>Recomendaciones</i>	123
Referencias	125
ANEXO I. Capacidades en relación con las FAS desde una universidad tecnológica	129
ANEXO II. Áreas prioritarias de seguridad, protección y defensa en el Plan Estatal	131
ANEXO III. Lista de acrónimos	133

Capítulo cuarto

El programa COINCIDENTE	137
<i>José María Riola Rodríguez</i>	
Misión, visión y objetivos del Programa COINCIDENTE	139
Innovación abierta, aplicada y finalista	141
Dualidad tecnológica	142
Adjudicación, contratación y dirección	145
Evolución	147
Casos de éxito	154
<i>Adaptación de un radar de vigilancia superficial de alta resolución para aplicaciones de Defensa (Proyecto ART COINCIDENTE 2011)</i>	154
<i>Vehículos no Tripulados de Ámbito Naval (Proyectos BUSCAMOS y NVSNTENE COINCIDENTE 2011)</i>	157
<i>Destrucción de Armas Biológicas en Ropa y Armamento mediante CO2 supercrítico (Proyecto DABRA COINCIDENTE 2011)</i>	160
<i>Sistema de simulación de fluidos y estructuras (Proyecto SIFES COINCIDENTE 2007)</i>	162
Conclusiones	165
Bibliografía	166

Capítulo quinto

De la colaboración de las universidades y las FAS con la industria de Defensa	167
<i>Jesús EfrénYániz Igal, Luis García Caballero y Guillermo González Muñoz de Morales</i>	
Evolución de la I+D y la innovación	169
<i>Impulso tecnológico (I+D como torres de marfil)</i>	169
<i>Demanda del mercado (I+D como negocio)</i>	169
<i>Acoplamiento de I+D y marketing (I+D como portfolio)</i>	170
<i>Procesos integrados de negocio (I+D como actividad integrada)</i>	170
<i>Integración de sistemas y networking (I+D como red)</i>	170
<i>Posquinta generación</i>	171
El papel de la universidad. La triple hélice defensa-industria-universidad	171
<i>Desafíos de la colaboración industria-universidad</i>	175
La innovación en España	177
<i>Situación y crisis</i>	178
<i>Las PYME</i>	179
<i>Colaboración universidad-empresa</i>	180
<i>Financiación pública de la innovación</i>	181
La innovación en defensa	182
<i>El contexto nacional</i>	182
<i>El contexto europeo</i>	183
<i>Oportunidades de la colaboración con Europa</i>	185
Colaboración en el ámbito de defensa	186
<i>Spin-off académicos</i>	187
<i>Instalaciones y medios físicos</i>	189
<i>Centro mixto de integración de sistemas aeroespaciales Airbus-UC3M</i>	189

	Página
Instituto Universitario de Investigación del Automóvil	189
Centro de excelencia en seguridad de Indra en León y la Universidad de León	190
Software Lab de INDRA en Salamanca.....	190
Centro de Investigación Aerotransportada INTA-XUNTA (CIAR).....	191
Cátedras universidad-empresa	191
Cátedra Indra-Universidad de Alcalá.....	192
Cátedra Servicios de Inteligencia y Sistemas Democráticos	193
Cátedra de Seguridad, Emergencias y Catástrofes de la Universi- dad de Málaga	193
Cátedra Nebrija Santander en Análisis y Resolución de conflictos	194
Cátedras y Aulas Patrocinadas del Sector Naval de la Escuela Téc- nica Superior de Ingenieros Navales de la UPM.....	194
Cátedra Isdefe-Universidad Politécnica de Madrid	194
Cátedras impulsadas por las Instituciones de Defensa	195
Sinergias de Cátedras temáticas.....	196
Algunos ejemplos de colaboración	196
UPM-INDRA.....	196
CASO NAVANTIA.....	198
<i>Convenio con la Universidad de A Coruña</i>	198
<i>Convenio con la Universidad Politécnica de Cartagena</i>	198
<i>Convenio con la Universidad de Cádiz</i>	199
CASO ITP	200
Composición del grupo de trabajo	203
Cuadernos de Estrategia	205

Capítulo primero

Introducción al cuaderno

José Carlos de la Fuente Chacón y David García Dolla

«La ciencia no es un lujo, es la clave del éxito de un país»

Daniel Zajfman, presidente del Instituto Weizmann de Israel

Resumen

El presente capítulo proporciona una introducción a la temática abordada en este Cuaderno de Estrategia, aportando una visión general sobre la colaboración tecnológica entre el Ministerio de Defensa y otras entidades del sistema español de ciencia, tecnología y de innovación, en dos ámbitos de capital importancia para el progreso económico y social del país como son los de la formación en aspectos técnicos y la I+D+i. Para ello, se revisa la manera en que esta colaboración se realiza en la actualidad, profundizando en las nuevas oportunidades que se están promoviendo fundamentalmente en el ámbito europeo, así como en los retos existentes, a través de modelos recientes que analizan diferentes factores a considerar para promover la colaboración en defensa. Adicionalmente, se destaca el papel singular que puede jugar la universidad en los futuros marcos de colaboración tecnológica, aportando conocimientos, experiencia y base científica tanto en la formación técnica como en la I+D+i.

Palabras clave

Colaboración tecnológica, universidad, I+D+i, formación técnica.

Abstract

This chapter provides an introduction to the topic addressed in this Strategy Paper, providing an overview of the technological collaboration between the Spanish Ministry of Defence and other agents of the national science, technology and innovation system in two of the most important domains for the economic and social progress of the country: the technical education and R&D&I domains. For this purpose, the way this collaboration is carried out at present is reviewed along the chapter, pointing out some new opportunities being promoted mainly at European level. In addition, some of the main challenges to be dealt with are considered through the analysis of recent models that take into account factors that affect technological collaboration in defence. Finally, the unique role that academia may play in future collaboration frameworks is emphasized, providing technical knowledge, expertise and scientific basis both to the technical education and R&D&I domains.

Key words

Technological collaboration, academia, R&D&I, technical education.

Introducción

El mundo actual se caracteriza por depender cada vez más de los avances tecnológicos en los diferentes campos del saber. La sociedad se ve afectada por estos avances e innovaciones tecnológicas que provocan cambios cualitativos de gran envergadura en la estructura socioeconómica de los países. Se puede afirmar que la innovación tecnológica se ha convertido en condición indispensable para el progreso económico y social.

Estos avances e innovaciones tecnológicas, se producen cada vez a una mayor velocidad, afectando a personas y organizaciones que se ven obligados a introducir procesos de mejora continua que les permitan adaptarse a los nuevos escenarios y situaciones. Para favorecer esta necesaria adaptación, se pueden destacar dos ámbitos especialmente importantes. Uno es la mejora de las aptitudes de la persona para abordar las nuevas funciones y situaciones, a través de la formación continuada. Otro es la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) que permite incorporar nuevos productos y procesos productivos más eficientes, como condición necesaria para poder competir en un mundo en el que la competencia es cada día más activa y en el que sobreviven solo aquellos que han sabido sintonizar con la realidad cambiante que afecta a todos los ámbitos.

En general, la mayor parte de las organizaciones disponen de procesos de formación e I+D+i, con características y finalidades específicas según sus necesidades. Y así ocurre con los Ministerios de Defensa de los diferentes países, que necesitan adaptar esos procesos de formación e I+D+i de manera que sus Fuerzas Armadas puedan hacer frente de forma óptima a los entornos y circunstancias en los que desarrollan sus misiones.

El embajador Domecq, jefe ejecutivo de la Agencia de Defensa Europea (EDA) señalaba en el capítulo «Retos de la defensa europea: el papel de España»¹ lo siguiente: «Los retos a los que se enfrenta la Defensa Europea no son nuevos. La crisis económica y el empeoramiento del entorno de seguridad dentro y fuera de nuestros países sólo hacen más perentoria la necesidad de afrontarlos. Si no los abordamos en los próximos 3 a 5 años, arriesgamos que Europa, en su conjunto, y sus Estados Miembros, individualmente, no continúen siendo actores relevantes en la escena internacional, dejando de interesar a nuestros aliados y amigos, y sin posibilidad de asegurar la defensa de nuestros valores e intereses a nivel global».

En ese mismo documento, sobre el recorte de la inversión en investigación tecnológica escribe: «Tercer reto. Hay que cesar el recorte sostenido de la inversión en investigación tecnológica en el ámbito de la Defensa. Desde 2007, el I+D en Defensa en Europa ha descendido un 29%. Esto es muy negativo para la innovación y la competitividad de nuestra industria y está

¹ Notas estratégicas del Instituto Choiseul, julio 2015.

poniendo en peligro nuestra capacidad de producir los equipos que nuestras Fuerzas Armadas necesitarán en el futuro. EEUU invierte 7 veces más que Europa en I+D en el ámbito de la Defensa, y los países emergentes del grupo BRICS 3 veces. Además, EEUU va a acometer ahora la llamada *Third Offset Strategy* que supondrá un renovado impulso tecnológico de su Defensa que puede *desconectarnos* de sus Fuerzas Armadas y reducirnos a un papel marginal en el ámbito global. Por último, en el ámbito de la I+T² y la I+D, debemos aprovechar todas las sinergias posibles con la industria civil: en el nuevo entorno de seguridad cada vez es más difícil distinguir entre la seguridad interna y externa. Por ello, no podemos permitirnos invertir dos veces en tecnologías que sirven tanto a nuestras Fuerzas Armadas como al mundo civil: ahí están los UAVs, las capacidades de ciber-defensa, etc.».

A nivel europeo, algunos países, como el Reino Unido, parecen querer dar pasos en esta dirección, habiendo anunciado recientemente importantes inversiones en innovación en defensa para la próxima década³, si bien, hasta la fecha, no parece que sea el planteamiento generalizado entre el resto de países.

Además de la importancia que tiene la financiación de la I+D+i vinculada a defensa, en los últimos años se ha puesto de manifiesto una preocupación común por mejorar la innovación en defensa a través de una mayor interacción con el resto de agentes de los sistemas de innovación nacionales, es decir, a través de la colaboración tecnológica, tema central de este cuaderno. Esta idea de la colaboración tecnológica se encuentra presente en el espíritu de las diferentes políticas recientemente publicadas por países como EE. UU.⁴, o Australia⁵. Asimismo, en reuniones internacionales que han tenido lugar en este mismo año 2016 se ha destacado la importancia de la cooperación en I+D+i como medio para abordar los retos futuros⁶.

² Investigación Tecnológica. Se refiere a la I+D desarrollado a menores niveles de madurez, orientadas a demostrar la viabilidad de la tecnología en su aplicación a defensa y a capacitar a la base tecnológica e industrial.

³ <https://www.gov.uk/government/news/defence-secretary-announces-800-million-innovation-initiative>

⁴ A 21st Century Science, Technology, and Innovation Strategy for America's National Security. Committee on Homeland and National Security of the National Science and Technology Council. EEUU. Mayo, 2016.

⁵ 2016 Australia Defence Industry Policy Statement. Department of Defence. Australian Government, 2016.

⁶ Informe final del seminario sobre I+T organizado por la EDA entre los días 25 y 26 de 2016: <http://www.eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/click-here-to-download-the-final-conference-report.pdf>

Como ejemplo de avances promovidos en esta dirección cabe destacar el caso de Francia, donde la DGA⁷ lanzó en 2011 una iniciativa basada en el establecimiento de un club abierto a defensa, el mundo universitario y la investigación civil. En este club se agrupan centros de enseñanza superior (universidades, escuelas, plataformas de investigación, etc.) con el objetivo de cooperar de forma permanente en todos los dominios científicos de interés para la defensa. Así mismo, en los EE. UU., el programa conjunto *Multidisciplinary University Research Initiative* (MURI), que involucra a investigadores de muchas instituciones académicas y departamentos académicos. Este programa busca acelerar los progresos en la investigación permitiendo la transición de los resultados de la investigación básica a aplicaciones prácticas y ayudar a la formación de estudiantes de ingeniería o ciencias en áreas de importancia para el Departamento de Defensa. Actualmente son cerca de 320 centros los que participan o han participado en esta iniciativa. En este año 2016 se han seleccionado 54 instituciones académicas que participarán en 23 investigaciones.

En España, estas ideas han tenido también cobrando fuerza, tanto en el ámbito civil como en el de defensa. En este sentido, en el año 2013, la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Carmen Vela Olmo, escribió un prólogo al estudio CYD 01/2013, «Ecosistema de innovación sostenible. El conocimiento circular. La Transferencia de Tecnología Universidad - Empresa. Nuevos instrumentos y horizontes» que tituló «La senda de la I+D+i». En él decía: «En España no hemos hecho lo suficiente para implicar a todos los agentes en esta senda de la I+D+i. Y es fundamental que empecemos a hacerlo, que los distintos sectores trabajen de manera coordinada, así como los diferentes territorios y los actores del sistema. Necesitamos un cambio de modelo en el que todos estemos implicados».

Por su parte, en el ámbito de defensa, en el mes de diciembre de 2015 el MINISDEF publicaba una nueva versión de la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID 2015). De acuerdo al propio documento, se trata de «una iniciativa que se deriva de la política vigente de I+D+i del MINISDEF y que pretende servir de orientación tecnológica y como herramienta para promover la coordinación entre los diferentes actores, tanto internos como externos al MINISDEF, implicados en el desarrollo de la tecnología vinculada a las necesidades actuales y futuras de las FAS». Si se analiza esta nueva estrategia desde el punto de vista de la temática abordada en este cuaderno, la de la colaboración tecnológica en I+D+i, cabe destacar en particular el peso que se le atribuye a esta colaboración en la propia Política de I+D+i del Ministerio. Así, de las tres directrices para el desarrollo de esta política, la segunda incide en particular en los aspectos relacionados con la cooperación nacional e internacional o en el aprovechamiento de las capacidades tecnológicas de la base tecnológica

⁷ Direction générale de l'armement.

e industrial nacional, favoreciendo la incorporación de nuevas capacidades existentes en el ámbito civil al ámbito de defensa.

En ese mismo documento se indica: «Desde el punto de vista del MINISDEF, existe el reto de integrar de forma coherente todas estas capacidades de forma que cada una, en el ámbito en el que aportan más valor añadido, pueda desarrollar su actividad y sumar sus aportaciones, preferentemente a través de modelos de Innovación Abierta con los que se alinea la I+D+i de Defensa. Asimismo, existe el interés de que esta base tecnológica sea lo más amplia y diversificada posible, lo que conduce a revisar y reforzar los instrumentos existentes para facilitar la incorporación de nuevas entidades que hasta la fecha han orientado su I+D+i hacia aplicaciones civiles». Esta afirmación enfatiza el reto que supone para el MINISDEF aprovechar estas capacidades, sentando las bases para reforzar las actividades de colaboración con el resto de agentes del sistema.

En el contexto marcado por estas ideas, el desarrollo de este cuaderno busca un triple objetivo:

- En primer lugar, se quiere destacar la importancia de la colaboración tecnológica entre el MINISDEF y otras entidades externas como medio para potenciar y mejorar tanto las actividades de formación en aspectos técnicos como las de I+D+i que se llevan a cabo en la actualidad.
- En segundo lugar, se busca destacar las oportunidades y retos existentes para establecer nuevas vías de colaboración tecnológica en esos ámbitos.
- Finalmente, se quiere poner en valor el papel singular que puede jugar la universidad en los futuros marcos de colaboración tecnológica, aportando conocimientos y base científica tanto en la formación como en la I+D+i.

Para desarrollar estos objetivos, el cuaderno se desarrolla en torno a una serie de ideas principales:

- Se consideran en paralelo dos ámbitos: *formación en aspectos técnicos y la I+D+i* que tiene lugar en el MINISDEF.
- Se profundiza en la idea de la *colaboración tecnológica* entre los diferentes actores involucrados como medio para favorecer el desarrollo de esos ámbitos.
- Se consideran a los diferentes actores participantes en esas actividades de colaboración: además del *MINISDEF*, el resto de *agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología y de Innovación*, muy en particular, la Universidad.

En los siguientes apartados se profundiza en cada uno de estos elementos, de forma que se entienda su importancia y las potenciales sinergias que se pueden derivar de la relación entre ellos.

Formación e I+D+i

El ámbito de interés cubierto por el cuaderno es el de los vértices del denominado *triángulo del conocimiento y la innovación*, modelo que pretende reflejar la interacción entre la investigación, la innovación y la educación, considerados como elementos clave para el desarrollo de las sociedades basadas en el conocimiento.



Figura 1. Triángulo del conocimiento y su aplicación al MINISDEF.

El concepto del triángulo del conocimiento nace de la idea de que existe un ciclo continuo mediante el cual la educación prepara a las personas para generar I+D+i, lo que incrementa notablemente la productividad de las personas y las organizaciones, pero que a su vez hace necesario cada vez una formación más constante, cerrando el ciclo. No obstante, esta idea de ciclo se plantea en el contexto general del desarrollo de las personas y las sociedades, no siendo necesariamente cierto al aplicarse a dominios específicos.

Este es el caso de su articulación en el MINISDEF, donde en general no se cierra el ciclo sino que coexisten dos grupos de vértices, con políticas independientes en cada uno de ellos y con organismos diferentes responsables de su desarrollo. Así, por un lado se encuentra la *formación*, encaminada a

la mejora de las enseñanzas militares, incluyendo las de tipo técnico, y por otro, la *I+D+i*, que integra los vértices relativos a investigación e innovación, que en el MINISDEF persigue los siguientes objetivos⁸:

- Contribuir a satisfacer las necesidades de las FAS que requieran funcionalidades tecnológicas avanzadas o que lleven asociadas riesgos tecnológicos.
- Apoyar la evolución de las capacidades militares aprovechando las ventajas asociadas al avance tecnológico.
- Contribuir a conformar la base tecnológica e industrial nacional de cara a que disponga de las capacidades tecnológicas necesarias y esenciales para la defensa.

Estos dos ámbitos de interés, el de la formación y la *I+D+i*, tiene su reflejo en la manera en que se distribuyen los contenidos a lo largo del cuaderno.

Por un lado, la *colaboración en educación* se trata en profundidad en el capítulo 2, en el que se realiza un recorrido por los cambios acaecidos a lo largo de las últimas décadas en las enseñanzas militares, en particular las de tipo técnico (de especial interés para este cuaderno), como paso para reflexionar sobre la situación actual, en el que se colabora con las universidades a través de los Centros Universitarios de Defensa, apuntando vías de mejora futura.

Por otro lado, la *colaboración en I+D+i*, que se trata de forma general en el presente capítulo de introducción, así como en los capítulos 3, 4 y 5, en los que se profundiza en aspectos particulares de dicha colaboración relacionados con la participación de la universidad en el proceso de colaboración en *I+D+i*.

Así, en el presente capítulo se pretende aportar una visión general sobre la situación de la *I+D+i* en el MINISDEF y las potenciales oportunidades y retos existentes para la colaboración con el resto de agentes vinculados al desarrollo de tecnología de aplicación a defensa y seguridad. Se busca plantear el escenario general y presentar a los principales actores, así como de reflexionar sobre los principales retos y oportunidades existentes.

La colaboración en *I+D+i* de la universidad y el MINISDEF se desgrena en el capítulo 3, en el que se analizan las posibilidades para que la universidad interactúe con el MINISDEF de forma directa, en particular en el nuevo contexto creado con la integración de los Centros Tecnológicos del MINISDEF sobre la base del INTA.

Por su parte, en el capítulo 4 se analiza en detalle uno de los principales instrumentos con los que cuenta el MINISDEF para promover el desarrollo de actividades de *I+D+i* de aplicación a defensa. Se trata del Programa COINCIDENTE que, con más de una década de vida, se ha consolidado como

⁸ Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID 2015), Ministerio de Defensa, diciembre 2015.

una vía de referencia para la colaboración con el conjunto de agentes que constituye la base tecnológica e industrial nacional, muy en particular, con la universidad.

Finalmente, el capítulo 5, se centra en la colaboración entre la Universidad y la industria en el I+D+i en el ámbito de la defensa. En particular, se analizan las cátedras universidad-empresa que desde hace años se han consolidado como un medio inestimable de colaboración con la industria de defensa, principalmente con las grandes empresas.

Colaboración tecnológica de la Universidad con el MINISDEF

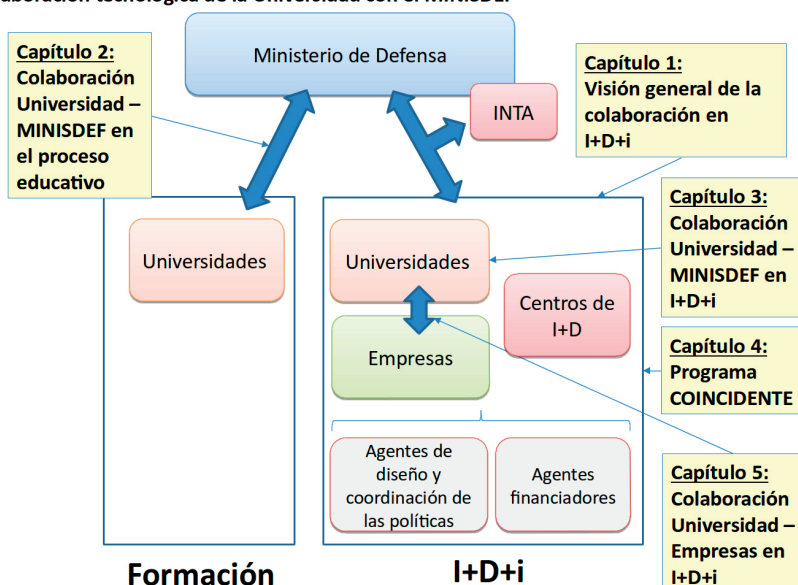


Figura 2. Esquema general de desarrollo del cuaderno.

Actores implicados en la colaboración tecnológica

Una vez conocidos los dos escenarios (formación e I+D+i) en los que se van a desarrollar los argumentos de este cuaderno, es necesario presentar a los principales actores que, junto al MINISDEF, participan en el proceso de colaboración tecnológica.

En el ámbito de la formación, el papel protagonista lo asume la universidad, con quien el MINISDEF ha venido estableciendo progresivamente vínculos más estrechos. El ejemplo más representativo de ello lo constituye la Red de Centros Universitarios de la Defensa (CUD), creados por R. D. 1723/2008, de 24 de octubre, que constituye un novedoso sistema que nació con el objetivo de posibilitar la impartición de enseñanza en las titulaciones universitarias

de grado que, conjuntamente con la formación militar general y específica, constituirán la preparación integral de los futuros oficiales del Ejército.

La titularidad de los CUD corresponde al Ministerio de Defensa a través de la Subsecretaría de Defensa, y se ubican en las academias de formación de oficiales. En la actualidad, existen cuatro Centros Universitarios de Defensa:

- *CUD de San Javier*, ubicado en la Academia General del Aire de San Javier y adscrito a la Universidad Politécnica de Cartagena, que imparte el Grado de Ingeniería en Organización Industrial (IOI).
- *CUD de Madrid*, ubicado en el Grupo de Escuelas de la Defensa (Carabanchel) y adscrito a la Universidad de Alcalá. En la actualidad, el CUD de Madrid, imparte la docencia del título de Grado en Medicina por la Universidad de Alcalá.
- *CUD de Vigo*, ubicado en la Escuela Naval Militar de Marín y adscrito a la Universidad de Vigo, que imparte el Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Vigo.
- *CUD de Zaragoza*, ubicado en la Academia General Militar de Zaragoza y adscrito a la Universidad de Zaragoza, imparte el Grado de Ingeniería en Organización Industrial (IOI).

Otro ejemplo de la fortaleza de esa colaboración se plasma en las enseñanzas oficiales de posgrado que no tienen carácter estrictamente militar las cuales, tal como se indica en el artículo 5.3. del Real Decreto 339/2015, de 30 de abril, se llevarán a cabo preferentemente a través del sistema de los CUD y del Centro Superior de Estudios de la Defensa (CESEDEN), así como mediante el establecimiento de colaboraciones específicas con universidades y otras corporaciones públicas y privadas, por el que se ordenan las enseñanzas de perfeccionamiento y Altos Estudios de la Defensa Nacional.

Dado que este tema está extensamente tratado en el capítulo 2, en este capítulo introductorio no se va a profundizar más en la relación universidad-MINISDEF en temas de formación.

Por su parte, en el ámbito de la I+D+i, el número y variedad de actores⁹ involucrados es muy superior, siendo muy útil analizar el conjunto de ellos como un *sistema*. Así, tomando como referencia la Ley 14/2011, el *Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación* es un conjunto de agentes públicos y privados que desarrollan funciones de financiación, de ejecución o de coordinación, así como el conjunto de relaciones, estructuras, medidas y acciones que se implementan para promover, desarrollar y apoyar la política de investigación, el desarrollo y la innovación en todos los campos de la economía y la sociedad. Dicho sistema está integrado por las políticas públicas desarrolladas por la Administración General del Estado y por las desarrolladas, en su propio ámbito, por las Comunidades Autónomas.

⁹ El término *agentes* también va a ser utilizado a lo largo del texto, como sinónimo de *actores*.

Entrando a analizar cada uno de los agentes mencionados en esta definición, a nivel nacional se pueden distinguir¹⁰:

- *Agentes de diseño y coordinación de las políticas.* A nivel nacional, destaca la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), en colaboración con las administraciones autonómicas.
- *Agentes de financiación,* las Administraciones públicas, las entidades vinculadas o dependientes de estas y las entidades privadas, cuando sufraguen los gastos o costes de las actividades de investigación científica y técnica o de innovación realizadas por otros agentes, o aporten los recursos económicos necesarios para la realización de dichas actividades. Según lo establecido en la ley, dentro de los agentes de financiación de la Administración General del Estado, son agentes de financiación adscritos al Ministerio de Economía y Competitividad, la Agencia Estatal de Investigación y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).
- *Agentes de ejecución.* Dentro de esta categoría destacan las universidades, los Organismos Públicos de Investigación (OPI) de la Administración General del Estado, el sector privado, los parques científicos y tecnológicos adscritos a las universidades, las Oficinas de Transferencia de Resultados de las Investigaciones y los centros tecnológicos y centros de apoyo a la innovación tecnológica.

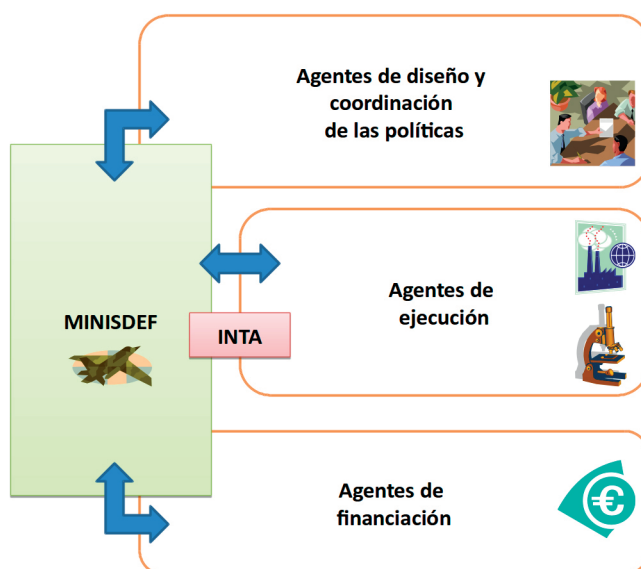


Figura 3. Relación del MINISDEF con los agentes del Sistema de Ciencia, Tecnología y de Innovación.

¹⁰ Informe 02/2015. La situación de la I+D+i en España y su incidencia sobre la competitividad y el empleo. Consejo Económico y Social, España.

Esta visión sistémica del conjunto de agentes lleva asociados los conceptos de complementariedad y de necesidad de apoyo mutuo. Así, si bien cada agente tiene relevancia propia, el mayor valor añadido se consigue cuando integran sus aportaciones individuales con las del resto, de forma que entre todos constituyan un sistema que tenga capacidad de conseguir los fines últimos perseguidos por la I+D+i.

Tomando esta división de agentes según su función dentro del sistema, merece la pena destacar el doble papel que juega el MINISDEF en esta estructura de agentes: por un lado, actúa como agente en cada uno de los tres grupos anteriores, y por otro, establece relaciones de colaboración adicionales con el resto de agentes que conforman el sistema para poder hacer frente a las necesidades que tiene en I+D+i (Figura 3).

Así, en lo relativo a los agentes de diseño y coordinación de políticas, el MINISDEF tiene las atribuciones de fomentar y coordinar la investigación científica y técnica en materias que afecten a la defensa nacional. Estas atribuciones le corresponden a la Secretaría de Estado de Defensa, en cuyo desarrollo cuenta con la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), responsable del planeamiento de la I+D+i del MINISDEF. Se trata de actuaciones que no están aisladas del resto del sistema de innovación nacional, sino que forman parte de él, tal como se refleja en el Reto en Protección, Seguridad y Defensa del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, materialización cuatrienal de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación.

En lo relacionado con los agentes de financiación, el MINISDEF dispone de cierta capacidad para financiar actividades de I+D+i de aplicación a defensa haciendo uso de los recursos presupuestarios de los que dispone para este fin. Sin embargo, al ser insuficientes para cubrir la totalidad de sus necesidades, promueve el establecimiento de vínculos con otros agentes financiadores del sistema, aprovechando instrumentos en ámbitos tecnológicos de aplicación dual.

Y finalmente, en lo relacionado con los agentes de ejecución, dentro de su estructura orgánica del MINISDEF se encuentra adscrito el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) que, entre otras, desarrolla actividades de investigación y desarrollo tecnológico, de carácter dual, en los ámbitos aeroespacial, de la aeronáutica, de la hidrodinámica, y de las tecnologías de la defensa y seguridad. Adicionalmente, el MINISDEF se apoya en otros agentes de ejecución, tales como grandes empresas, PYMES, centros de investigación y universidades, para la realización de actividades de I+D.

Base tecnológica e industrial de defensa

Centrándose específicamente en los agentes de ejecución, cabe resaltar una serie de aspectos que facilitan la colaboración entre ellos.

Variedad y dimensión

De acuerdo con los datos de 2014 procedentes del Registro de Empresas del Ministerio de Defensa, en dicha fecha existían un total de 580 empresas inscritas, el 79% del cual son pymes de alto contenido tecnológico. Estas cifras, sin que posiblemente reflejen la totalidad del sector de defensa, ayudan a proporcionar una idea de su estructura según la cual conviven un conjunto de grandes empresas con alta capacidad integradora con presencia exterior junto con una alta proporción de pymes que, si se dan las condiciones adecuadas, pueden aportar un empuje innovador muy necesario en el mercado de defensa y seguridad.

Pero no se trata solamente de grandes empresas o pymes, sino que existe un importante número de entidades vinculadas al ámbito académico o al de la investigación que, desde hace años, dedican parte de sus esfuerzos a ámbitos relacionados con defensa y seguridad.

En relación a las universidades, en el curso 2014-2015¹¹, en España se contabilizaban un total de 83 universidades, 50 de ellas de titularidad pública, con un importante número de institutos de investigación asociados. Aunque no se tiene conocimiento de estadísticas que reflejen el número de departamentos universitarios que desarrollan actividades de investigación o docencia relacionadas con temas técnicos asociados a defensa y seguridad, es relativamente frecuente que participen, solas o en consorcio con empresas, en convocatorias nacionales (como el programa COINCIDENTE, descrito en el capítulo 4) o internacionales (p.e. programas de la EDA, grupos de estudio de la STO,...) o que organicen másteres universitarios en temáticas de seguridad, inteligencia,...

Conviene también destacar la amplia variedad¹² de centros tecnológicos existentes en España que, de acuerdo a la definición del Ministerio de Economía y Competitividad, incluye a entidades sin ánimo de lucro, legalmente constituidas y residentes en España, creadas con el objeto de contribuir al beneficio general de la sociedad y a la mejora de la competitividad de las empresas mediante la generación de conocimiento tecnológico, realizando actividades de I+D+i y desarrollando su aplicación. Ese Ministerio también considera los Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica, creados con el objeto de facilitar la aplicación del conocimiento generado en los organismos de investigación, incluidos los centros tecnológicos, mediante su intermediación entre estos y las empresas, proporcionando servicios de apoyo a la innovación.

¹¹ Datos y Cifras del Sistema Universitario Español. Curso 2014/2015. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

¹² En el Directorio de Centros Tecnológicos y Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica es posible acceder a un listado exhaustivo de los mismos: <https://sede.micinn.gob.es/inforct/>

Finalmente, dado el carácter relevante para las actividades de colaboración tecnológica, cabe también destacar las figuras de las plataformas tecnológicas y los Parques Tecnológicos.

Las plataformas tecnológicas¹³ son estructuras público-privadas de trabajo en equipo lideradas por la industria, en las que todos los agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación interesados en un campo tecnológico trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo. Su principal objetivo es conseguir los avances científicos y tecnológicos que aseguren la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento de nuestro tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+i.

Por su parte, los Parques Científicos y Tecnológicos¹⁴ son las zonas urbanizadas gestionadas por una entidad promotora, cuyas parcelas son ocupadas única y exclusivamente por entidades públicas o privadas cuyo objetivo básico es favorecer la generación de conocimiento científico y tecnológico y la promoción de la transferencia de tecnología. Un Parque puede estar constituido en uno o varios enclaves.

Carácter complementario de sus actividades tecnológicas

Como se ha visto, existe un número elevado de entidades con actividades tecnológicas que potencialmente podrían participar en actividades de colaboración tecnológica como las abordadas en el cuaderno. Existen asimismo entidades y organizaciones que apoyan esa participación aportando la infraestructura o la coordinación necesaria.

Pero no es tanto su dimensión como el carácter complementario de las actividades que desarrollan, el cual se refleja en la ETID 2015 en los siguientes términos: *«Así, los Departamentos Universitarios y Centros de Investigación proporcionan el soporte científico, tanto teórico como aplicado, necesario para acometer retos tecnológicos en TRLs¹⁵ bajos y medios. Las pequeñas y medianas empresas, aportan su capacidad de especialización y adaptación al cambio y de innovación que exige el entorno dinámico actual. Las grandes empresas aportan entre otras cosas su capacidad para abordar grandes programas de forma sostenida, cubriendo múltiples ámbitos tecnológicos simultáneamente, lo que les confiere un interés especial al abordar TRLs más elevados. Finalmente, las*

¹³ Para acceder a información sobre las más Plataformas Tecnológicas más representativas: <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.6f2062042f6a5bc43b-3f6810d14041a0/?vgnextoid=844cb292d3ff4410VgnVCM1000001d04140aRCRD>

¹⁴ Más información sobre Parques Tecnológicos en: <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=01c027bba0d-90210VgnVCM1000001034e20aRCRD>

¹⁵ TRL: *Technology Readiness Level*. Niveles de madurez tecnológica.

asociaciones y clústeres empresariales, en su papel de vehículo de fomento de las relaciones entre empresas y de interlocución con la Administración, juegan también un papel destacado».

Se trata de razonamientos similares a los de otros países de nuestro entorno, como por ejemplo, el Reino Unido¹⁶, que destaca el concepto de cadena de valor para referirse al conjunto de entidades responsables de proporcionar equipos, apoyo y tecnología para la defensa, incluyendo las entidades del gobierno que proporcionan infraestructuras de prueba y actúan como reguladores y la base académica y tecnológica que forman las universidades e institutos de investigación.

Estudios previos a nivel nacional también han reflejado esta riqueza de entidades innovadoras¹⁷.

El caso particular de la universidad

Tal como se muestra en el título del cuaderno y en los objetivos incluidos en las secciones anteriores, el presente documento pone el foco en el potencial de la universidad como agente singular y destacado de la colaboración tecnológica con el MINISDEF, tanto en el ámbito de la formación como en el de la I+D+i, en los que está presente.

Para profundizar en los motivos, cabe recordar las misiones que tiene asignada esta institución: la docencia, la más tradicional desde su creación; la investigación, derivada de la universidad humboldtiana; y, recientemente, la «tercera misión», que surge para destacar e incrementar la contribución al desarrollo socioeconómico de su entorno¹⁸.

En relación a su primera misión, su importancia en el proceso de formación técnica no requiere extensas justificaciones, siendo la universidad el motor de la educación superior nacional en materias técnicas.

En lo relacionado con la segunda, la universidad desarrolla actividades relacionadas tanto con investigación básica como aplicada. La investigación básica supone la base de la inspiración creativa necesaria para llevar a cabo investigación aplicada, centrada en obtener respuestas a problemas actuales y futuros. Dado que es en la investigación aplicada donde el MINISDEF pone su foco de atención, debido al carácter finalista de su I+D+i vinculada a la mejora de las capacidades de las Fuerzas Armadas, la investigación desarrollada por la universidad española le permite tanto entrar de lleno en las

¹⁶ Defence Growth Partnership. Government and Industry working together to meet the needs of customers around the globe. Gobierno del Reino Unido, julio 2014.

¹⁷ Innovación en defensa y seguridad. Fundación COTEC, 2011.

¹⁸ Cómo afronta la universidad el cumplimiento de sus misiones: el caso de las universidades públicas españolas. Sánchez-Barrioluengo, M. Libro: Investigaciones de Economía de la Educación, 2012.

actividades promovidas por el MINISDEF como empezar a tomar protagonismo desde el presente en las actividades de I+D+i que se van a desarrollar en el futuro.

Finalmente, en lo relativo a la tercera misión de la universidad, es decir, su papel como agente relevante en el sistema de I+D+I y protagonista del proceso de transferencia del conocimiento tecnocientífico en el mismo, su desarrollo se concreta en tres ejes¹⁹:

- El eje basado en la *transferencia del conocimiento* para que, en colaboración con los otros agentes del sistema de Ciencia, Tecnología y Sociedad o Empresa, pueda concretarse en innovación para el crecimiento y desarrollo sostenible de su entorno económico, es decir, una visión de la universidad como espacio y agente de innovación.
- El eje de la *función de emprendimiento*, basada en dicha transferencia de conocimiento tecnocientífico a la sociedad, como creadora de valor, riqueza y empleo a través de la comercialización tecnológica y la creación de *spin-offs* académicas, entre otras acciones generadoras de nuevas relaciones intra-agentes, lo que le permitirá generar ingresos adicionales para el presupuesto universitario
- La extensión de sus actividades hacia el *desarrollo económico y social* de su comunidad o entorno de referencia, es decir, más allá de la misión de la enseñanza e investigación científica.

Estos ejes de la tercera misión llevan intrínsecamente asociado el concepto de cooperación tecnológica con otros agentes del sistema, como nueva forma de llevar a cabo el proceso de I+D+i.

Asimismo, la existencia de suficiente oferta universitaria como para poder aportar sus conocimientos en prácticamente todo el espectro de tecnologías innovadoras de interés para defensa o la muy alta cualificación técnica de su personal, en especial apropiada para aquellas actividades de I+D+i que involucren retos avanzados o con una componente teórico-científica importante (como es el caso de muchas de las actividades de I+D+i en defensa y seguridad, y en especial aquellas de madurez tecnológica intermedia) hace que la involucración de la universidad en procesos de colaboración tecnológica puede resultar claramente ventajosa.

Colaboración tecnológica como medio de mejora

Finalmente, queda por profundizar en el medio de relación entre los actores anteriores para potenciar los ámbitos de la formación y la I+D+i en el MINISDEF: la colaboración tecnológica.

¹⁹ La Tercera misión de la Universidad. Enfoques e indicadores Básicos para su evaluación. Bueno Campos, Fernando Casani Fernández de Navarrete. Economía industrial, n.º 366, 2007.

Esta colaboración tecnológica se entiende, en el contexto de este cuaderno, como un acuerdo entre dos o más entidades independientes mediante el cual se unen o comparten capacidades y/o recursos para la ejecución de actividades de I+D+i o para llevar a cabo actividades de formación en temas técnicos, logrando ventajas superiores a las que podrían obtenerse por separado.

Este interés por la colaboración entre entidades no es casual, sino es el resultado natural de la evolución de los planteamientos sobre formación e I+D+i que se han venido produciendo a lo largo de los años, tal como se describe extensamente en diferentes capítulos de este cuaderno.

De nuevo, en este capítulo no se va a entrar a profundizar en los modelos de cooperación existentes para promover la formación técnica, habiendo reflexiones en este sentido en el capítulo 2. Sin embargo, en el ámbito de la I+D+i existen diferentes conceptos y modelos que permiten explicar la colaboración tecnológica, los cuales merece la pena destacar.

En particular, desde hace más de una década se maneja el concepto de innovación abierta (en inglés: *Open Innovation*), término acuñado por el profesor Henry Chesbrough, entendido como una nueva estrategia de innovación bajo la cual las empresas van más allá de los límites internos de su organización y donde la cooperación con profesionales externos pasa a tener un papel fundamental. Innovación abierta significa combinar el conocimiento interno con el conocimiento externo para sacar adelante los proyectos de estrategia y de I+D+i. Significa también que las empresas utilizan tanto canales internos como externos para poner en el mercado sus productos y tecnologías innovadoras. Bajo este contexto, universidades y centros de investigación ofrecen nuevas perspectivas y soluciones a las compañías que utilizan este modelo²⁰. Hoy en día, este tipo de enfoques tienen si cabe una mayor relevancia en plena transición a la era digital²¹.

En el capítulo 5 del presente cuaderno se incide precisamente en los enfoques de innovación abierta que algunas de las grandes empresas españolas han venido promoviendo en los últimos años para aprovechar el talento académico de la universidad con la finalidad de promover avances en sus propias estrategias de negocio.

Otro modelo que se desarrolló a finales del siglo xx que puede resultar de interés considerar es el denominado modelo de la Triple Hélice, que postula que universidad-gobierno-industria es la clave para mejorar las condiciones para la innovación en una Sociedad Basada en el Conocimiento²².

²⁰ Fuente Wikipedia.

²¹ Innovación abierta. Innovar con éxito en el siglo xxi. Henry Chesbrough. Reinventar la empresa en la era digital. OpenMind. BBVA.

²² Relaciones recíprocas en el modelo de triple hélice mediante variables de interacción. A. Sapién-Aguilar, L. Piñón-Howlet, M. Gutiérrez-Diez. European Scientific Journal July 2015 edition vol.11, No.20 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Este modelo tiene su origen en la universidad empresarial surgida en los Estados Unidos donde existe una amplia tradición de colaboraciones entre los entornos académicos e industriales, entre la universidad y las Agencias Gubernamentales y entre el Gobierno y las industrias. El fundamento del modelo es que la fuerza motriz que puede generar la hélice es consecuencia de la integración en la misma de las acciones y relaciones que pueden generar las necesarias externalidades. Este modelo, que también se describe con más detalle en el capítulo 5, contempla cuatro dimensiones para su desarrollo:

1. La transformación interna de cada una de las «hélices» para crear las condiciones que permitan desarrollar colaboraciones.
2. La influencia de cada una de las «hélices» sobre las otras».
3. La creación de nuevas formas generales que posibiliten la interacción entre las tres «hélices» a través de redes.
4. Los efectos que sobre el desarrollo de la sociedad pueden tener estas interacciones.

Es interesante estas cuatro dimensiones para su desarrollo pues, como se comenta más adelante en el apartado de «retos para la colaboración tecnológica», la colaboración es un medio y no un fin en sí mismo, y para que tenga lugar, el modelo de colaboración debe hacer compatibles los objetivos particulares de cada uno de los participantes (las hélices) con los de los demás, favoreciendo la aportación de todos al resultado final.

Cabe destacar también las tres configuraciones diferentes de este modelo, correspondientes a su vez a sus etapas de evolución. En la primera, en la que el gobierno dirige las relaciones con el mundo académico y la industria y regula las relaciones entre ellos, como ocurría en su momento en los países de la órbita de la Unión Soviética. En la segunda, en la que existe una separación institucional entre estos actores con una fuerte división de fronteras. Esta idea fue propugnada, por ejemplo, en Suecia, en el año 2000, en el informe *Research 2000 Report*. Y finalmente, una tercera, en la que las distintas esferas institucionales se interrelacionan, tomando cada uno el papel de los otros y creando nuevas organizaciones híbridas para generar una infraestructura de conocimientos.

En los últimos años se está desarrollando la Etapa III en muchos países desarrollados. Como se ha mencionado, esto trae consigo la aparición de nuevos actores híbridos. Se trata de pequeñas y medianas agencias emprendedoras que no pertenecen estrictamente a ninguna de las esferas institucionales nombradas, pero que tienen estrecha vinculación con agentes de estas tres esferas.

El modelo de la Triple Hélice implica para su adecuado funcionamiento una participación activa del gobierno a través de la legislación, instrumentos e incentivos fiscales propicios para el fomento y dinamismo de las relaciones universidad-empresa. Por otro lado, el desarrollo de una

legislación que incentive el desarrollo de las empresas en el interior de las universidades, beneficia en gran medida la vinculación empresarial con la universidad²³.

Oportunidades para la colaboración en I+D+i

A continuación se apuntan algunas de las principales vías que pueden servir de medio para avanzar en esta necesaria colaboración en I+D+i.

Oportunidades vinculadas al ámbito militar

Tradicionalmente, desde los Ministerios de Defensa se ha promovido el desarrollo de I+D+i militar, tanto a nivel nacional como en un contexto internacional, utilizando para ello las partidas de sus propios presupuestos específicamente destinadas a este fin.

Así, a nivel nacional, cabe destacar los siguientes tipos de actividades de I+D+i financiadas con fondos propios del MINISDEF²⁴:

- *Programas de desarrollo*: tienen su origen en necesidades expresadas por diversos organismos del Ministerio de Defensa, y su objeto es la contratación de servicios directamente relacionados con los equipos, armas y municiones, pudiendo incluir la obtención de demostradores y prototipos de sistemas. Son programas de alta complejidad técnica cuya ejecución suele abarcar varias anualidades.
- El *programa COINCIDENTE* (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas) tiene como principal objetivo aprovechar las tecnologías de carácter civil para incorporar soluciones tecnológicas innovadoras de interés para el Ministerio de Defensa, fomentando así el tejido industrial, científico y tecnológico dedicado a la defensa. Las características de este programa se describen en profundidad en el capítulo 4.

También a nivel nacional, es frecuente la firma de convenios de colaboración entre el MINISDEF con otras Administraciones Públicas nacionales con competencias en I+D+i o con entidades del sector (empresas, universidades,...), con el objetivo general de promover conjuntamente el desarrollo de tecnologías de interés mutuo. Este tipo de colaboraciones se ha desarrollado normalmente siguiendo tres cauces:

²³ El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. H.G. Chang Castillo. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Revista Nacional de Administración, 1 (1): 85-94 enero-junio, 2010.

²⁴ En el Portal de Tecnología e Innovación del MINISDEF (<http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es>) es posible encontrar información detallada sobre estas actividades, así como las oportunidades de participación que se presenten.

- *Acuerdos de cooperación con otros organismos del sistema nacional de I+D+i.* La finalidad es coordinar las actuaciones de I+D de defensa con las del ámbito civil. Por ejemplo, intercambio de información para facilitar la participación de las actividades de I+D de defensa en las convocatorias del Plan Nacional de I+D+i o de administraciones autonómicas.
- *Uso y cesión de activos de ensayo y pruebas.* Para permitir el aprovechamiento mutuo de los activos de ensayo y pruebas del MINISDEF y de otros organismos y empresas. En algunos casos, el uso de los activos va unido al inicio de desarrollos en colaboración entre empresas y los polígonos de pruebas del MINISDEF.
- *Transferencia de tecnología a la Base Tecnológica e Industrial.* Cesión de las tecnologías desarrolladas en el ámbito de defensa para su comercialización. Las transferencias contribuyen, por una parte, a dar mayor prestigio a la investigación realizada desde el MINISDEF y, por otro, a recuperar parte de la inversión realizada en I+D+i y abaratar los costes de adquisición de los productos desarrollados por programas de I+D, gracias a la venta a mayor escala de los mismos.

Por otro lado, en el ámbito internacional, las dos vías más usuales de participación de las entidades de la base tecnológica e industrial en actividades de I+D+i de defensa han sido las siguientes:

- *Proyectos de I+T de la Agencia Europea de Defensa (EDA).* Se trata de proyectos desarrollados en cooperación con otros países de la EDA, a través de la participación de sus industrias. Se centran en el desarrollo de actividades de Investigación Tecnológica (I+T), orientadas a la capacitación de la base tecnológica e industrial europea en tecnologías de aplicación a defensa. Existen tres modalidades fundamentales (programas de categoría A, de categoría B o financiados por la EDA) con mecanismos de gestión diferentes en función de temas tales como si la financiación proviene de unos pocos países o todos, de quien accede a los resultados o de si se obtienen retornos proporcionales a la financiación. En su conjunto representan una oportunidad de participación libre para la industria, centros de investigación, entidades del mundo académico, consultorías, etc., que participan formando consorcios con entidades de otros países.
- *Grupos de trabajo técnicos de la STO (Science and Technology Organisation) de OTAN.* Están formados por expertos científicos y técnicos pertenecientes a los distintos países de la OTAN y a las naciones aliadas y en ellos se reúnen expertos pertenecientes a empresas, centros de investigación e instituciones académicas para realizar actividades específicas, que pueden abarcar desde la estudios sobre temas científicos, tecnológicos u operativos de aplicación militar hasta la organización de eventos como simposios, conferencias y talleres (workshops), pasando por la realización de demostraciones y experimentos tecnológicos.

Oportunidades vinculadas al uso dual de la tecnología

No obstante, en las últimas décadas se ha venido produciendo una progresiva convergencia entre la I+D+i militar y civil (apoyada por la neutralidad de la tecnología a nivel de tecnologías básicas y componentes y en menor medida a nivel de equipos y subsistemas²⁵, tal como se muestra en la figura 4, y en la que fundamentalmente las aplicaciones de seguridad actúan como puente entre lo estrictamente militar y lo civil.

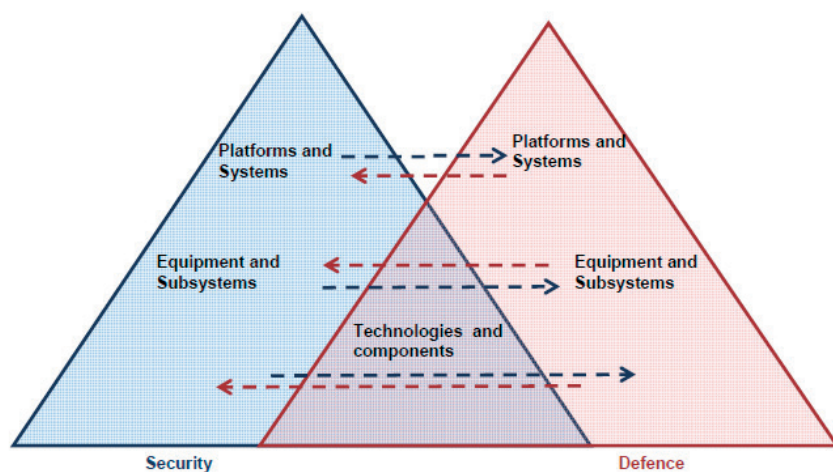


Figura 4. Relación entre tecnologías de defensa y seguridad (Fuente: Ecorys).

Esta convergencia tecnológica está propiciando que progresivamente el interés de los Ministerios de Defensa se esté orientando a otro tipo de instrumentos, inicialmente concebidos para aplicaciones civiles.

Así, a nivel internacional, iniciativas como Horizonte 2020 o el empleo de fondos estructurales europeos para actividades de I+D+i están despertando un notable interés en el ámbito de defensa (figura 5), interés que a su vez está siendo apoyado por las propias instituciones europeas²⁶.

Horizonte 2020 es el programa que financia proyectos de investigación e innovación de diversas áreas temáticas en el contexto europeo. Supone una continuación de los anteriormente denominados Programas Marcos y se basan en el desarrollo de actividades que se ejecutan mediante convocatorias anuales competitivas, gestionadas por la Comisión Europea, con unas

²⁵ Study on Civil Military Synergies in the field of Security. Estudio de Ecorys para la Comisión Europea, mayo 2012.

²⁶ Financiación europea para el doble uso. Guía de ayudas para pymes y regiones. Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y PYMES. Comisión Europea, agosto 2015.

prioridades preestablecidas en los programas de trabajo que son públicos. La participación se basa en competir con los mejores y en la mayoría de las veces con actividades en consorcio (grupos de investigación, empresas y usuarios).

En el período 2014-2020 se ha previsto dedicar un presupuesto de 76.880 M€, con la finalidad de implantar tres pilares: contribuir a abordar los principales retos sociales, promover el liderazgo industrial en Europa y reforzar la excelencia de su base científica.

Uno de los retos sociales considerados es el denominado *sociedades seguras*, que está vinculado al ámbito de la seguridad y que, por lo tanto, tiene importantes vínculos tecnológicos con la I+D+i de defensa.

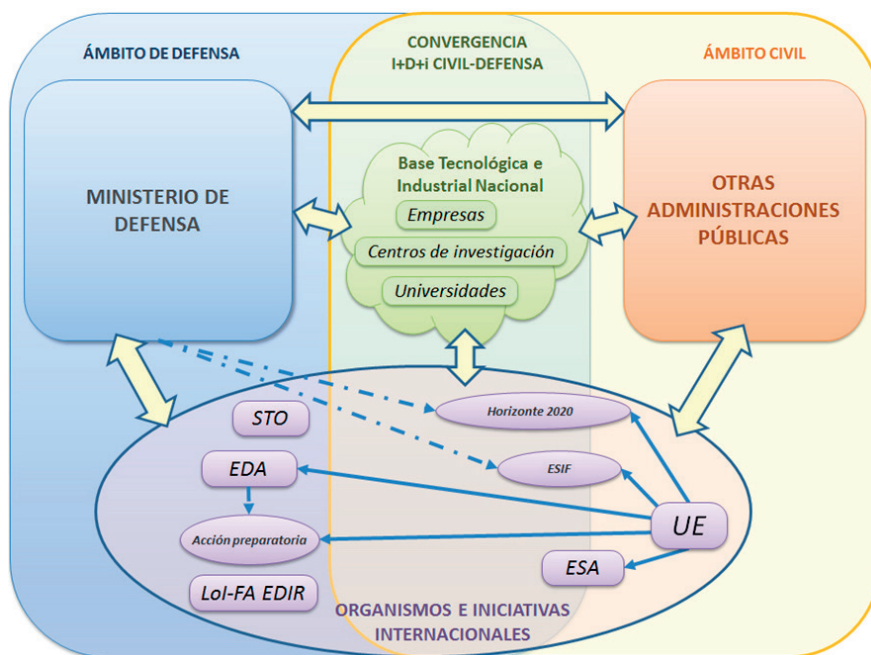


Figura 5. Panorama de cooperación internacional en I+D+i (Fuente: ETID 2015).

Por su parte, los Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (EIE)²⁷ se enmarcan en la Política de Cohesión Económica y Social de la UE, cuyo objetivo es reducir las diferencias económicas y sociales entre las diferentes regiones de Europa. En particular, uno de los fondos que conforman ESIF para España, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), es un instru-

²⁷ En inglés, ESIF, *European Structural and Investment Funds*.

mento financiero de la Comisión Europea cuya finalidad es la ayuda para el desarrollo económico de las regiones deprimidas de la Unión Europea. Estos fondos son subvenciones a fondo perdido, siendo gestionados directamente por las administraciones públicas (central, autonómica y local) teniendo cada una de ellas un cupo de fondos asignado a priori para realizar proyectos en la zona.

La política de cohesión ha establecido 11 objetivos temáticos para fomentar el crecimiento para el período 2014-2020. El FEDER financiará los 11 objetivos temáticos, pero sus prioridades principales para la inversión se centran en las siguientes áreas prioritarias (objetivos temáticos 1 a 4):

- Fortalecimiento de la investigación, del desarrollo tecnológico y de la innovación.
- Mejora del acceso, del uso y de la calidad de las tecnologías de la información y la comunicación.
- Mejora de la competitividad de las pymes.
- Apoyo de la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono.

El desarrollo de estos objetivos se articula a través de una estructura de gestión, en el que existe una Autoridad de Gestión nacional, que designa un conjunto de Organismos Intermedios (organismos o entidades públicas de cualquiera de los ámbitos de la Administración pública, Estatal, Autonómica o Local) que desempeñan funciones en nombre de esa autoridad relacionadas con la definición, programación o gestión de las políticas públicas cofinanciadas a través de los Programas Operativos o Ejes Prioritarios en los que actúan. Esos Programas Operativos (PO) son los documentos de programación aprobados por la Comisión Europea para desarrollar y concretar una estrategia de desarrollo a cofinanciar con los Fondos Europeos, existiendo diferentes PO tanto a nivel regional (autonómico) como plurirregional (nacional).

Analizando los objetivos temáticos, resulta especialmente interesante el primero de ellos, relacionado con el fortalecimiento de la I+D+i, que abre la puerta a considerar interesantes vías de colaboración entre los diferentes agentes de I+D+i nacional para canalizar proyectos de interés, incluyendo algunos que puedan ser de interés para el MINISDEF. No obstante, cabe señalar que los fondos FEDER tienen un enfoque civil, por lo que los posibles proyectos de I+D+i que se financien con estos fondos deben centrarse en la aplicación civil, sin perjuicio de que existan comunidades tecnológicas con aplicaciones de interés militar, propiciadas por el uso dual de la tecnología.

Por su parte, a nivel nacional, la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación es el instrumento marco en el que quedan establecidos los objetivos generales a alcanzar durante el período 2013-2020 ligados al fomento y desarrollo de las actividades de I+D+i en España. Estos objetivos se alinean con los que marca la Unión Europea dentro de Horizonte 2020 para el período 2014-2020, (y por consiguiente que exista un subprograma estatal



Figura 6. Guía de la UE para orientar a las empresas en financiación de proyectos de doble uso.

orientado al reto en seguridad, protección y defensa), hace que algunos de las convocatorias de proyectos de I+D+i vinculadas a este subprograma (p.e. Retos-Colaboración de MINECO), promuevan el desarrollo de proyectos de I+D+i de interés para defensa y seguridad.

Oportunidades vinculadas al apoyo de la UE a la industria de defensa

No obstante, este apoyo no se reduce únicamente al aprovechamiento del uso dual de la tecnología, sino que en los últimos años, la propia Unión Europea ha destacado el interés por fortalecer a la industria de Defensa. Así, el Consejo Europeo de diciembre de 2013, en el que hubo un debate temático sobre defensa, estableció tres grandes líneas de acción una de las cuales se refiere al fortalecimiento de la industria europea de defensa. En este ámbito, el Consejo decidió el lanzamiento de una Acción Preparatoria en cuyo marco se llevarán a cabo actividades de I+D de defensa relacionadas con la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD). Esta Acción Preparatoria, de tener éxito, permitirá establecer un programa de I+D de defensa que sería financiado en el próximo Marco Financiero Plurianual 2021-2027 de la UE.

Tras los preparativos iniciales, la Comisión Europea, en colaboración con la EDA y los Estados Miembros, están sentando las bases para la puesta en

marcha de la Acción Preparatoria que, de acuerdo al calendario previsto, debería tener inicio a comienzos de 2017. En concreto, a lo largo de 2015 han tenido lugar diversas jornadas de trabajo en las que todos los actores involucrados en el I+D de defensa, incluida la industria, han intercambiado información y puntos de vista sobre los aspectos básicos de la iniciativa citada.

En paralelo, el Parlamento Europeo ha aprobado el establecimiento de un Proyecto Piloto que, bajo la responsabilidad de la Comisión y la Agencia Europea de Defensa, tiene como objetivo ensayar a pequeña escala los mecanismos con los que se va a implantar este tipo de proyectos en el marco de la Acción Preparatoria. El Proyecto Piloto constará, en principio, de dos proyectos de investigación en defensa cuya convocatoria de propuestas a cargo de la EDA está prevista para los inicios de 2016, lo que debería conducir a un comienzo efectivo de los mismos a mediados de 2016.

En este contexto, en junio de 2015 se puso en marcha un Grupo de Personalidades (*GoP - Group of Personalities*)²⁸ con el objetivo de establecer una serie de recomendaciones, con una visión a largo plazo, sobre las características que la Acción Preparatoria debería tener para alcanzar los objetivos propuestos. Un punto importante del informe es su apoyo decidido al posible programa de continuación que denomina EDRP (*EU-funded Defence*



Figura 7. Recientes estudios de la UE sobre el futuro de la investigación en defensa con financiación europea.

²⁸ Report of the Group of Personalities on the Preparatory Action for CSDP-related research. EUROPEAN DEFENCE RESEARCH. The case for an EU-funded defence R&T programme. Institute for European Studies. Febrero, 2016.

Research Programme). El GoP expresa en el informe que la preparación de este futuro programa debe comenzar lo antes posible en paralelo a la implantación de la Acción Preparatoria y que debe hacerse con una nueva visión política, institucional, procedimental y financiera. Finalmente, el informe indica claramente que en un futuro no muy lejano ningún Estado Miembro de la UE tendrá los recursos necesarios para desarrollar un rango completo de capacidades. Por ello, es necesario progresar en el uso común de recursos existentes y, en particular, mediante el aumento de la cooperación en los futuros programas de investigación en defensa en el marco de la UE.

Otra referencia que puede ayudar a entender el apoyo político que desde la UE se está dando a la investigación en defensa con fondos europeos es el documento²⁹ recientemente elaborado, a petición del Subcomité de Seguridad y Defensa del Parlamento Europeo. En él, se alerta sobre el riesgo de bajas inversiones europeas en I+T, en comparación con los realizados por otros países como EE. UU., o Rusia y los riesgos que lleva asociado, y en el que también se apuesta decididamente por el lanzamiento a nivel europeo del EDRP dentro del próximo Programa Marco Europeo de Financiación Multianual (2021-2027).

Retos para la colaboración en I+D+i

Si bien hasta este momento se ha dibujado un panorama en el que se destaca la riqueza de las capacidades de la base tecnológica e industrial nacional y en el que se apuntan crecientes oportunidades para el futuro fundamentalmente a través de la colaboración tecnológica en el ámbito internacional, todavía son múltiples los retos que limitan las posibilidades de lograr cotas mayores de colaboración. En este apartado, se van a apuntar algunos de ellos, siendo conscientes de que van a quedar muchos otros sin cubrir, dada la extensión y complejidad de la temática analizada. A ellos se irán sumando otros expuestos en los siguientes capítulos, particulares de los temas tratados en esas partes del cuaderno.

Para identificar y entender estos retos, resulta de interés revisar un reciente estudio³⁰ encargado por el Ministerio de Defensa del Reino Unido a RAND Europa, con la finalidad de introducir mejoras en su sistema de innovación, en particular aquellas asociadas a la interacción con agentes de innovación externos a su Ministerio. Este estudio propone utilizar para el análisis un

²⁹ The future of EU defence research. Directorate-General for External Policies - Policy Department. Parlamento Europeo, marzo, 2016.

³⁰ Innovation models. Enabling new defence solutions and enhanced benefits from science and technology. Jon Freeman, Tess Hellgren, Michele Mastroeni, Giacomo Persi Paoli, Kate Robertson, James Black. RAND Corporation Europe, 2015.

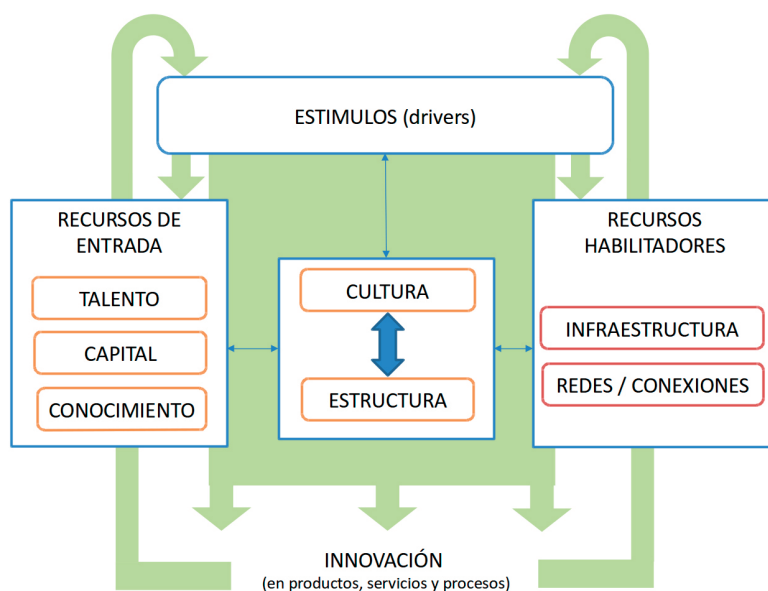


Figura 8. Modelo de innovación desarrollado por RAND Europa para el Ministerio de Defensa del Reino Unido.

marco general, descrito en términos de ocho factores considerados críticos para la innovación (Figura 8).

El primer factor se refiere a la motivación, los *estímulos* (drivers) que posibilitan la innovación. Estos estímulos varían según el sector dependiendo de los incentivos y los beneficios percibidos de la innovación. Desde el punto de vista de la sociedad, la motivación para innovar se asocia a la necesidad de abordar retos públicos (sostenibilidad medioambiental, salud, seguridad,...), mientras que para la industria, la obtención de los beneficios obtenidos al introducir en un mercado un nuevo producto, servicio o manera de hacer las cosas, que le atribuye un monopolio temporal en dicho mercado. En el caso del MINISDEF, se puede apuntar como principal estímulo la mejora de las capacidades militares.

No obstante, existen otro tipo de estímulos que incentivan (o desincentivan) la innovación en defensa. El primero es el contexto del mercado, en el que se combinan situaciones de monopsonio (el MINISDEF como único comprador) y de monopolio (empresas tradicionales de defensa acaparan el mercado, en particular a altos niveles de madurez tecnológica) que sumadas a los restrictivos presupuestos del MINISDEF para I+D+i, condicionan el interés de inversores y suministradores, quienes diversifican su interés hacia otros sectores civiles.

Además existen otros relacionados con la *legislación* (especialmente en el ámbito internacional, en relación a aspectos de importación/exportación en materia de defensa) y las *regulaciones*, como los derechos de propiedad intelectual (IPR), que actuarán como incentivos en la medida que los inversores tengan la sensación de que van a retener esos IPR para disponer de ventajas futuras en ese mercado.

El segundo grupo de factores, etiquetados como *recursos de entrada*, incluye los componentes primarios requeridos por una organización para innovar. Dentro de este grupo, el estudio apunta a tres de ellos como los más importantes:

- *Conocimiento*. Para que exista una innovación debe existir una idea que se cree, adopte y desarrolle hasta poder ser explotada. Se trata, por lo tanto, de un recurso necesario en las organizaciones innovadoras, que puede optar por aprovechar su propio conocimiento interno y/o acceder y aplicar conocimiento externo.
- *Talento*. Para poder aprovechar ese conocimiento interno o externo, las organizaciones necesitan individuos formados y con experiencia, tanto en temáticas técnicas como en las relacionadas con la gestión. Las organizaciones innovadoras deben ser capaces de capacitar a sus empleados o atraer talento externo para que exista innovación.
- *Capital*. Se necesita no solamente para financiar la creación de ideas sino también para ponerlas en práctica. Se necesita en todas las fases del proceso de innovación y puede adoptar múltiples formas (becas, financiación total o parcial de proyectos, apoyo a la creación de *start-ups* o *spin-offs*,...).

Disponer de estos recursos de entrada puede no ser suficiente, siendo necesario también acceder a recursos externos. Existen otro tipo de recursos, los denominados, *recursos habilitadores*, que permiten a una organización reforzar su conocimiento, talento y capital mediante la colaboración con otros actores. De acuerdo al modelo planteado, destacan fundamentalmente:

- *Infraestructura*. Se trata de recursos, instalaciones o espacios externos a un actor de innovación, que hace uso de ellos.
- *Redes y conexiones*. Permiten el intercambio de conocimiento y el establecimiento de contactos entre actores, bien a través de medios formales (consejos, asociaciones de colaboración,...) o informales (contactos personales, foros,...).

Finalmente, hay otro conjunto de factores que condicionan el aprovechamiento que se obtenga de los estímulos y los recursos dentro de una organización y que son altamente interdependientes del proceso de innovación. Se identifican:

- *Cultura de la organización.* La innovación se desarrolla en aquellas organizaciones con una cultura abierta, basada en la confianza, que admite la toma de riesgos y el aprendizaje de los errores. Esta cultura de la innovación a menudo se asocia al liderazgo orientado al futuro y al apoyo a las soluciones creativas.
- *Estructura.* Directamente relacionado con la cultura, incluye los aspectos organizativos, de gestión y burocráticos. Estas reglas formales pueden constreñir el intercambio de ideas y el establecimiento de colaboraciones productivas.

Con este marco de análisis, el estudio plantea un conjunto de recomendaciones al Ministerio de Defensa del Reino Unido para la mejora de cada uno de los factores anteriores, así como del funcionamiento del sistema en su conjunto, las cuales se agrupan en cuatro niveles de cambio creciente, tal como se indica en la siguiente tabla:

Nivel	Factor	Recomendación
1 - Evolucionar la cultura y métodos de trabajo internos del Ministerio de Defensa para favorecer la interacción con agentes externos	Estructuras	• Reducir la burocracia que limite la posibilidad de innovación. • Evolucionar las métricas de los procesos de innovación para adaptarlos a la madurez de las tecnologías consideradas y al marco de análisis presentado, de forma que se adapten cada uno de los factores (en particular los de entrada: conocimiento, talento y capital) para favorecer la transición a etapas superiores de madurez.
	Estímulos	• Evitar utilizar en los procesos de innovación estándares de Defensa que limiten la escala de los potenciales mercados de utilización de los resultados.
	Cultura	• Favorecer e incentivar el desarrollo de prácticas innovadoras en el personal del Ministerio. • Evolucionar la relación cliente-suministrador entre las entidades del Ministerio vinculadas a la innovación hacia otras dinámicas de relación más cercanas a asociaciones de colaboración entre ellas.

Nivel	Factor	Recomendación
2 - Comunicar más claramente a los actores externos lo que se necesita y por qué es necesario para apoyar las necesidades de defensa	Estímulos	• Publicar una política de innovación que profundice en por qué y dónde se necesita innovar y en cómo interactuar con agentes externos. • Basar la innovación en la competición, en todas sus etapas, desde la idea hasta al desarrollo.
	Talento	• Disponer de redes externas de expertos técnicos y de gestión en los que apoyarse durante el proceso de innovación.
	Conocimiento	• Mejorar la accesibilidad de la información a todos los actores externos (p.e. a través de un portal único en el que acceder a toda la información relevante, como el <i>Defence Innovation Marketplace</i>, del DoD de EEUU*).
3 – Establecer asociaciones de colaboración externas que vayan más allá de la relación cliente-suministrador para movilizar su conocimiento, talento y capital	Redes y conexiones	• Imbuir dentro de la política de innovación la cultura de fomentar asociaciones de colaboración externas con inventores dentro de las universidades y PYMEs. • Establecer mecanismos que acerquen a inventores dentro de las universidades y PYMEs con inversores y grandes empresas para facilitar el desarrollo de nuevas ideas.
	Capital	• Establecer asociaciones de colaboración con inversores (<i>venture capital, angels,...</i>) para desarrollar soluciones que evolucionen a mayores niveles de madurez. • Incrementar el alcance técnico y financiero de la financiación de actividades de I+D+i con nuevos socios.
4 – Crear espacios donde inventores, inversores e industria puedan asociarse con el Ministerio para aprovechar sus recursos	Infraestructura	• Desarrollar un «marketplace» que apoye la investigación y proporcione un espacio a las diferentes partes interesadas para interactuar entre sí. • Proporcionar espacios de innovación abierta para facilitar la investigación en áreas específicas para defensa y seguridad, aprovechando los espacios ya existentes para fines similares.

* <http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/>

El ánimo de este cuaderno no es entrar en cada una de las recomendaciones anteriores (ya desarrolladas en el documento original), sino más bien proporcionar una panorámica del tipo de actuaciones que países de nuestro entorno, dotados de sistemas de innovación de primer nivel, están discutiendo para aprovechar el potencial de la innovación externa en seguridad y defensa.

Trasladando el foco de interés al caso español, cabe considerar que la situación y mercado del Reino Unido y España presentan importantes diferencias en cuanto a dimensión, capacidades y medios, por lo que si se opta por aprovechar algunas de estas recomendaciones, es necesario adecuarlas a la realidad nacional.

Posiblemente, a fecha actual, el principal reto se refiera a la financiación de la colaboración (incluida en el factor *capital* del modelo anterior). Parece lógico pensar que en una actividad de colaboración entre varios agentes, exista cierto grado de compartición de riesgos entre los mismos, que motive una implicación activa de todos ellos para lograr resultados satisfactorios. Y también parece lógico pensar que esa compartición de riesgos dependa del grado de madurez de las tecnologías consideradas. Así, en actividades con un alto componente de investigación, en el que la traslación de los resultados al mercado todavía sea incierta y lejana, el componente de aportaciones públicas podría ser el principal elemento tractor. Pero si se está hablando de actividades de mayor madurez, más cercanas a su comercialización, también parece lógico considerar una mayor implicación de la financiación privada.

Pero los efectos de la crisis económica de los últimos años han afectado a la totalidad de agentes del sistema de innovación nacional, efectos que siguen presentes en mayor medida en los presupuestos públicos y las cuentas de resultados de las entidades privadas, lo cual no facilita el establecimiento de asociaciones de colaboración estables con una visión a largo plazo, enfoque necesario si se quiere llegar a obtener resultados de la I+D+i.

A nivel nacional, el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 ha introducido en los últimos años un enfoque integrador muy interesante, reservando un espacio³¹ a las actividades de I+D+i relacionadas con defensa y seguridad dentro del mapa global de la I+D+i nacional. Si se consigue profundizar en esta línea en los próximos años, podría ser el complemento nacional que se necesita para activar la colaboración tecnológica en I+D+i.

No obstante, como se puede deducir de la lista de recomendaciones del citado informe, son también muchos los aspectos de gestión que deben ser revisados para poder llegar a obtener resultados satisfactorios. Algunos de ellos, como la necesidad de mayor conocimiento de las necesidades de I+D+i

³¹ A través del reto de Seguridad, Protección y Defensa.

por parte de la base tecnológica e industrial nacional o la gestión de los derechos de propiedad industrial e intelectual³² que favorezcan la innovación llevan siendo abordados y promovidos desde hace tiempo dentro del MINIS-DEF. Otros, como los relacionados con transformar la cultura de la organización para ir a dinámicas basadas en asociaciones de colaboración externas, posiblemente requieran tiempos de adaptación más largos.

Para concluir este apartado de retos, se considera necesario volver a las consideraciones realizadas al principio de este capítulo. La colaboración tecnológica con agentes externos es un medio para lograr unos objetivos y no un fin en sí mismo. Debe ser entendida como un problema multidimensional, en el que es necesario alcanzar enfoques equilibrados en los que tengan cabida tanto los objetivos y condicionantes de cada actor como los objetivos colectivos, y en el que toda la organización de I+D+i colabore en su conjunto para poder llegar a resultados satisfactorios.

Conclusiones

Este capítulo de introducción al cuaderno presenta un panorama general sobre el presente y futuro de la colaboración tecnológica en defensa, abordando tanto lo relacionado con la formación técnica como lo relativo a la I+D+i, dedicando para ello una especial atención a las oportunidades y retos existentes en I+D+i, a los actores implicados así como al conjunto de factores que limitan o facilitan el alcanzar grados crecientes de colaboración en I+D+i.

La aspiración no es la de aportar soluciones específicas a problemas concretos, sino más bien la de sentar las bases para una discusión más profunda en aspectos en los que a través de una mayor colaboración tecnológica sea posible lograr crecientes grados de desarrollo tanto en las Fuerzas Armadas como en la base tecnológica e industrial nacional.

Los siguientes capítulos profundizan en aspectos específicos de esa colaboración, centrándose en las aportaciones de la universidad española a los futuros marcos de colaboración tecnológica en defensa.

³² Derechos de Propiedad Industrial e Intelectual en Proyectos Tecnológicos de Cooperación Público-Privada, CDTI.

Capítulo segundo

Colaboración en el proceso educativo

Vicente Ortega Castro

Resumen

En el año 2007 se llevó a cabo una profunda reforma de la enseñanza militar, que habría de tener una gran importancia de cara a las Fuerzas Armadas y cuyos efectos aún no se conocen. El propósito fundamental de este capítulo era realizar un análisis de dicha reforma, pero difícilmente se entendería sin presentar una visión panorámica e histórica de la evolución de las enseñanzas en los ejércitos. Así, se recorren diversas etapas hasta llegar a la época actual, analizando con algo más de detalle las leyes de los años 1964, 1989, 1999 y finalmente la de 2007. Dado que el tema era muy amplio se ha limitado el capítulo a la enseñanza superior de oficiales y dentro de ella a las enseñanzas técnicas e ingenierías. Se estudia también la cooperación entre las instituciones militares y las civiles, academias y universidades, en los procesos de formación, en especial en la formación de posgrado o perfeccionamiento. Se llama la atención sobre el riesgo de que los nuevos Centros Universitarios de Defensa (CUD), imbricados en las academias y escuelas militares y adscritos a universidades públicas, tiendan a cerrar una cooperación que ha sido muy fructífera y a disminuir la llamada «cultura de defensa».

Palabras clave

Enseñanza Superior, Fuerzas Armadas, Leyes de la Carrera Militar.

Abstract

In the year 2007 it was carried out an in-depth reform of military education, which would be of great importance in the face of the armed forces, and whose effects are not yet known. The main purpose of this chapter was an analysis of this reform but it can be hard to be understood without presenting a panoramic and historical review of the evolution of teaching in the armies. So, several stages are considered until current time is reached, analyzing with somewhat more detail the laws of the years 1964, 1989, 1999 and finally the 2007 one. Given the breadth of the issue, the chapter has been limited to higher education for officers, and within it, the technical and engineering teaching. The cooperation between military and civilian —academies and universities—institutions in their teaching processes is also studied, especially postgraduate and specialization training. Attention is called on the risk that the new Defence University Centres (CUD), interwoven with the military academies and schools and attached to public universities, might tend to close a cooperation that has been very fruitful and to decrease the so called «culture of defence».

Key words

Higher education, armed forces, laws of the military career

Introducción y consideraciones previas

En el mes de marzo de 2008 el Centro Superior de Estudios de la Defensa (CESEDEN) publicó la monografía número 103 titulada «Los estudios de posgrado en las Fuerzas Armadas» en la cual varios autores exponían la situación de las enseñanzas en los ejércitos y se hacían preguntas y consideraciones importantes, algunas de las cuales se recordaran posteriormente. Acababa de publicarse la Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la Carrera Militar, que trataba de transformar profundamente la estructura y desarrollo de las enseñanzas militares. Evidentemente, la citada monografía no pudo examinar dicha ley y mucho menos su desarrollo y sus consecuencias. Estos son algunos de los objetivos de este capítulo, escrito nueve años después de la ley, cuyos primeros frutos acaban de producirse —primeras promociones de oficiales de los cuerpos generales— aunque todavía el proceso completo no esté cerrado.

La organización y desarrollo de las enseñanzas siempre ha sido un proceso complicado, sometido a muchos vaivenes y cambios tanto en el mundo civil como en el militar. En el sistema educativo general civil basta recordar las muchas reformas que tuvieron lugar en la última mitad del pasado siglo xx y las que se han llevado a cabo en lo que va del presente siglo xxi. Reformas muy discutidas por haber en las mismas una carga ideológica y partidista, especialmente en los niveles básicos y medios, mezcladas, en los casos de enseñanzas universitarias, con corporativismos y competencias profesionales. Dado que en este capítulo se dedicará una atención especial a las enseñanzas en el campo de las tecnologías bueno será recordar que en las ingenierías civiles, desde el año 1951 hasta hoy mismo, año 2016, ha habido seis cambios de estructuras, de títulos y de planes de estudios. Reformas que, bajo la necesidad real de acomodar las enseñanzas al ritmo cambiante de las tecnologías, se utilizaban también para cambios de títulos, estructuras, competencias profesionales y otras que casi siempre produjeron hostilidad por parte de los gremios afectados. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que, al menos hasta ahora, en que estamos todavía inmersos en otro proceso profundo, la llamada reforma de Bolonia, las enseñanzas de las ingenierías civiles han mejorado respecto a las de los años cincuenta y sesenta del pasado siglo xx.

En el ámbito militar, la organización y reforma de las enseñanzas es aún más difícil y complicada que en el mundo civil por, al menos, dos razones. Una es que la enseñanza militar incluye la formación y la instrucción en valores, tales como disciplina, lealtad, patriotismo, instrucción, doctrina, condiciones físicas y otras específicas. Y otra, quizás más importante es que el sistema de enseñanza marca y condiciona actualmente la política de personal: cuerpos, escalas, empleos, promociones, etc., es decir, afecta a la médula de la carrera y de la profesión del militar. Y es aquí donde la tradición y los espíritus de los ejércitos y los cuerpos juegan un papel muy fuerte a la hora

de los cambios y las reformas. Esto se deduce claramente viendo los títulos de las leyes que en el último tercio del siglo xx y primera década del actual siglo xxi abordan la reforma y modernización de las enseñanzas militares. La Ley 17/1989, se denomina *Ley Reguladora del Régimen de Personal Militar Profesional* y lo mismo sucede con las sucesivas reformas de 1999 y de 2007 cuyas denominaciones son *Régimen de Personal de las Fuerzas Armadas* y *Ley de la Carrera Militar*, respectivamente.

Esta vinculación tan fuerte de la enseñanza militar con las políticas de personal, junto con la existencia, hasta época reciente, de tres ministerios, tres ejércitos, tres tipos de enseñanzas y otras de carácter tradicional que no es el caso analizar aquí, hacen que se tardara mucho tiempo en abordar la reforma de las enseñanzas. Aunque hubo algún intento tímido de reforma en el año 1964, año en el que se creó el CESEDEN, no fue hasta el año 1989, es decir, veintiún años después de que se aprobara la Constitución Española, cuando se comenzó, de una forma general e integral, la reforma de las enseñanzas. Esta reforma se retomaría con más intensidad en el año 2007 teniendo en cuenta que en el año 1999 se había producido la denominada *declaración de Bolonia* que pretendía configurar el Espacio Europeo de Enseñanza Superior y el sector civil ya estaba dando los primeros pasos en España. Como se verá posteriormente la homologación de las enseñanzas militares con las civiles fue uno de los objetivos de estas reformas.

En este capítulo se describirán, a grandes rasgos, las líneas principales de las reformas de las enseñanzas militares y la situación actual de las mismas, pero solamente para la formación superior, es decir, la formación de oficiales y, dentro de ella, en el campo de las tecnologías, que es el objeto de este cuaderno. A partir de aquí se analizarán las posibles formas de colaboración en el terreno educativo entre las Fuerzas Armadas y las instituciones civiles, para pasar, finalmente, a elaborar algunas conclusiones y posibles recomendaciones.

No obstante, para comprender bien la situación actual de las enseñanzas, sobre todo en el terreno de las tecnologías, es bueno conocer la evolución histórica de dichas enseñanzas, aunque sea de forma muy panorámica, y por ello se dedicarán unas páginas a describir dicha evolución. Conviene recordar, al tratar de la colaboración en las enseñanzas de tecnologías entre el mundo militar y el mundo civil, que la ingeniería nació y se desarrolló primero en el mundo militar y que, incluso, las obras y construcciones civiles eran llevadas a cabo por ingenieros militares hasta que comenzaron a despegar las ingenierías civiles, en buena medida fundadas por militares, con lo cual puede, con todo rigor, hablarse de una transferencia de enseñanzas de las tecnologías desde el mundo militar al civil.

Después, se analizarán las líneas de reformas que empiezan en el año 1989, que continúan diez años más tarde, en 1999, y que se completan, por ahora en el 2007, aunque hasta el año 2010 no se hayan hecho efectivas los cam-

bios en la parte de formación y se estén llevando a cabo las reformas en la parte de las enseñanzas de perfeccionamiento cuyo desarrollo fue publicado en junio de 2015. Las leyes, decretos, reglamentos y normativas diversas que han ido publicándose a partir de 1989 hasta recientemente muestran que el proceso de reforma ha estado lleno de dificultades y con cambios frecuentes a medida que la experiencia lo iba aconsejando.

Evolución histórica de las enseñanzas militares

Hasta épocas recientes no puede hablarse de la existencia de algún sistema establecido de enseñanza general para los ejércitos. Sin embargo, conviene recordar, siquiera brevemente, que en los temas que ocupan principalmente este capítulo, que tienen que ver con las tecnologías, las enseñanzas relacionadas con ellas fueron las que llevaron a la implantación de escuelas y academias de tipo militar donde se enseñaban, no solo el manejo de aquellos sistemas de armas nuevos, sino también el diseño y fabricación de los mismos. Me estoy refiriendo, como alguno de ustedes ya habrá adivinado, a la primera gran tecnificación de la guerra derivada del uso del cañón y de la pólvora a partir del siglo xiv. Al estudiar la contribución de la defensa al desarrollo tecnológico general, el caso del cañón y la pólvora es uno de los ejemplos paradigmáticos de estas relaciones, que pueden estudiarse más detalladamente en el libro: *Casos y Políticas Relaciones entre las Innovaciones Tecnológicas y la Defensa*, cuaderno 1 de la Cátedra Isdefe-UPM, de Vicente Ortega y otros, editados por Fundetel, Madrid, 2007.

Las técnicas de fundición, el diseño de las distintas piezas, el manejo de las pólvoras, los cálculos de trayectorias y el empleo adecuado de estos artefactos en el campo de batalla requerían de unos conocimientos que no podían ser adquiridos por experiencia ni por pertenecer a la nobleza y era necesario, entonces, establecer centros de enseñanza donde se conjugaran los conocimientos técnicos ligados a el diseño y la fabricación como a los derivados de las nuevas tácticas en los campos de batalla y las nuevas estructuras de las fortificaciones. Tal como señala Santiago Riera en el volumen 34 de *Historia de la Ciencia y la Técnica* de Akal Editores, «La enseñanza técnica empieza en España, como en otros países, en las Academias Militares donde se comprende la necesidad de impartir conocimientos científicos, especialmente matemáticas aplicadas, a todos aquellos que, en su calidad de futuros ingenieros militares, deberán dedicarse a la construcción de obras públicas, fortificaciones...».

Y así, durante el siglo xvi, se crean varias escuelas de Artillería, tales como la de Burgos en 1537, o la de Milán en 1543, o la de Barcelona en 1540, en las cuales se formaban tanto los futuros artilleros como los ingenieros de lo que hoy llamaríamos ejército de tierra, o las escuelas de Sevilla abiertas hacia 1576 y que se dedicaba de una manera especial a la Artillería Naval. En estas escuelas se enseñaban Matemáticas, Geometría, Balística, Fundición y Teo-

ría de la Fortificación. En 1583 se fundó la Real Academia de Matemáticas de Madrid para la formación de ingenieros y artilleros. Escuela que tuvo una vida efímera ya que se cerró en 1625 pero en la que algunos quieren ver como la primera escuela de ingeniería en España. Durante el siglo xvii se siguieron creando escuelas de artillería en varias ciudades de España muchas de las cuales tenían también una vida breve. En 1674 se crea en Bruselas (Flandes) una Escuela General de Batalla, considerada la primera Academia General Militar para la formación de oficiales de las distintas ramas del ejército, entre ellos los artilleros y los ingenieros. Este centro, que fue importante en Europa también cerró sus puertas en el año 1705. Sin embargo, conviene recordar que en esta escuela se formó Jorge Próspero de Verboom que fundaría, por encargo del rey Felipe V, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército en 1711, cuya primera ordenanza fue publicada en julio de 1718. Poco después, se creó la Real y Militar Academia de Matemáticas en Barcelona (1720) que intentaba seguir los pasos de la similar de Madrid que fue cerrada en 1625. En 1764 se creó el Real Colegio de Artillería de Segovia, separándose así la formación de los ingenieros de la de los artilleros. A diferencia de otras escuelas y academias que se crearon en el siglo xviii, esta de Segovia adquirió fama muy pronto y ha seguido su actividad hasta nuestros días siendo, a partir de entonces el único centro de enseñanza de oficiales de la rama de artillería.

Como breve conclusión, debe señalarse que la artillería de los ejércitos españoles, que había adquirido una hegemonía en Europa en las operaciones y batallas durante el siglo xvi, propició el desarrollo de las enseñanzas de modo que los libros para la instrucción de artilleros e ingenieros escritos por militares españoles eran los más conocidos y usados en Europa. Aquí solo citaremos, a título de ejemplo *El práctico artillero y la arquitectura militar moderna* de Sebastián Fernández Medrano, que fue director de la Academia de Bruselas, donde se editó el libro en el año 1680, y *Trabajo de Artillería y de Fortificación* de Diego Lechuga, editado en Milán en 1611.

En el ámbito de la Armada, debe señalarse que durante los siglos xv y xvi, España era una potencia científico-técnica en el llamado «Arte de navegar» y los libros y manuales escritos por autores españoles eran traducidos a otros idiomas europeos y estudiados por todos los navegantes. Como ejemplo, puede citarse el *Arte de navegar* de Pedro de Medina, publicado en 1545 y que tuvo 15 ediciones en francés, 5 en holandés, 3 en italiano y 2 en inglés. Este escritor era cosmógrafo de la Casa de la Contratación de Sevilla, institución que es considerada por algunos historiadores extranjeros como la primera institución gubernamental para el progreso de la tecnología y ha llegado a afirmarse que «Europa aprendió a navegar en libros españoles».

No puede decirse que estas actividades fueran exclusivamente militares pero la importancia de la artillería hizo que también en la Marina se hiciera un gran esfuerzo de enseñanzas que no llegarían a institucionalizarse, como la ingeniería y la artillería, hasta el siglo xviii. Así, en 1717 se fundó la Com-

pañía y Academia de Guardias Marinas en Cádiz en la que algunos historiadores quieren ver la creación de la marina de guerra española. Los planes de estudios comprendían asignaturas tales como Álgebra, Geometría, Aritmética, Trigonometría, Cosmografía, Náutica, Armamento, Construcción Naval y prácticas de navegación en buques. A estas actividades de enseñanzas de oficiales se sumaron poco después otras más relacionadas con la investigación y el estudio en el Real Instituto y Observatorio de la Armada, creado en 1753 a instancias de Jorge Juan, que fue director de la Academia en el año 1751 y en el que se han llevado hasta el día de hoy actividades de Astronomía, Geofísica, Sismología, Meteorología y otras relacionadas con el arte de navegar y se colaboraba en la formación de oficiales. Poco después, en 1729, se creó la Escuela Naval Militar de San Fernando, en Cádiz. Siguiendo la estela del Cuerpo de Ingenieros Militares, hacia 1770 se desgaja del mismo y se crea el Cuerpo de Ingenieros de la Armada. Los buenos resultados de la Academia de Cádiz y el apoyo de los reyes a la marina llevan a crear otras dos Academias de Guardias Marinas en El Ferrol y Cartagena hacia el año 1796. Como conclusión, puede destacarse que el siglo XVIII fue muy brillante en la enseñanza y en la investigación científica en la Armada y los nombres del ya citado Jorge Juan y el de Antonio Ulloa figuran entre los oficiales de marina científicos ilustrados de este siglo.

Que el siglo XVIII fue una época importante para las enseñanzas técnicas en la Fuerzas Armadas queda muy bien reflejado en la siguiente cita de Jean Pierre Clement en el volumen 23 de *Historia de la Ciencia y la Técnica* de Akal Editores. Dice así:

«Un medio frecuentemente utilizado por el poder central consistió en una fuerte militarización de la ciencia. Algunas pruebas bastarán: la formación astronómica y matemática se dio en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz (Jorge Juan), la matemática y química en la Artillería de Segovia;[...] Entre las razones posibles de esta actitud política, cabe señalar que muchos descubrimientos podían ser considerados como secretos militares o útiles a la defensa del país: lo que tocaba a la navegación y a la cartografía, por ejemplo. Por otra parte, a la autoridad le era más fácil imponer lo que no lograba hacer en las universidades – una reforma moderna y abierta, pero controlada a la vez, en una escuela militar, es decir, en un centro en el que todos (profesores y alumnos) estaban sometidos a una obediencia constante y total. Se puede decir que la militarización de la ciencia, que fue una característica del siglo XVIII español, permitió fomentar (ilustración) y vigilar (despotismo) el progreso científico».

En cuanto a las enseñanzas militares de tipo general tales como las armas de infantería y caballería la situación era muy distinta a la de los cuerpos facultativos de artilleros e ingenieros. Durante el siglo XVIII y buena parte del siglo XIX se abrían y cerraban centros en distintas ciudades de España. La Guerra de la Independencia primero y las Guerras Carlistas después no

ayudaban a consolidar centros donde se pudieran llevar a cabo las enseñanzas generales militares. En el periodo entre 1825 y 1850 se llevaron a cabo varios intentos de instaurar estas enseñanzas en lo que se llamó Colegios Generales, el primero de los cuales se puso en Segovia, junto con la Academia de Artillería, y luego en Toledo, pero no se consiguió que este esquema permaneciera mucho tiempo. En 1850 la situación de los centros y las enseñanzas para el ejército era:

- Academia de Infantería en Toledo (1846),
- Academia de Caballería en Valladolid (1852),
- Academia de Artillería en Segovia (1764),
- Academia de Ingenieros en Guadalajara (1833; antes en Alcalá de Henares, 1803),
- Academia de Estado Mayor en Madrid (1842),
- Academia de Administración en Madrid (hoy Intendencia).

No obstante, la necesidad de que hubiera un centro común seguía siendo sentida por buena parte de los políticos que achacaban muchos defectos del ejército a la descoordinación entre las distintas armas. En 1882 finalizadas las Guerras Carlistas y en el periodo de la Restauración, siendo ministro de la Guerra el general Martínez Campos, se establece en Toledo la Academia General Militar en la que se formarían durante una etapa básica todos los oficiales para luego pasar a las academias de las armas. Apenas duró esta situación pues en 1893 se disolvió esta academia y volvió cada arma y cuerpo facultativo a tener su academia o escuela.

Ya en el siglo xx vuelve a abrirse la Academia General Militar, concretamente en el año 1927 y esta vez en Zaragoza. Nuevamente los problemas de falta de coordinación entre las armas y los problemas en la guerra de África llevaron al gobierno del general Primo de Rivera a revitalizar las enseñanzas generales reforzando el papel de la instrucción de oficiales para el ejército del futuro. Sin embargo, una vez más los cambios en la organización política de la nación con la proclamación de la República llevaron a que en 1931 la academia fuera otra vez cerrada.

Al finalizar la Guerra Civil y reorganizarse los estudios militares volvió a inaugurarse la Academia General Militar en Zaragoza. Desde entonces sigue en pie formando oficiales aunque, como veremos más tarde, los estudios y las enseñanzas hayan sufrido modificaciones. Antes de que se produjesen la modificación importante como consecuencia de la Ley de la Carrera Militar del año 2007, en esta academia se formaban los cadetes durante 3 años obteniendo en el segundo año el grado de caballero alférez cadete. Luego, pasaban a las academias de las armas donde, después de dos años, obtenían el empleo de teniente. Durante este largo periodo hubo modificaciones de los planes de estudios para ir actualizando enseñanzas según las necesidades, pero hasta el año 1989, cuando se homologa la formación militar superior a la superior universitaria, el esquema fue el indicado anteriormente.

Dejamos la situación de las enseñanzas de la Armada a finales del siglo XVIII cuando la formación de tipo científico-técnico alcanzó un nivel relevante. El siglo XIX fue también bastante convulso para la actividad académica de la Armada. En 1824 se cerraron las academias de Ferrol y de Cartagena y, poco después, en 1831 se cerró la de Cádiz. Quince años más tarde se abre un Colegio Naval Militar en San Fernando frente al arsenal de la Carraca que sería pronto vuelto a cerrar con la llegada de la Primera República. Ya en plena Restauración, en 1913, vuelve a abrirse una nueva Escuela Naval Militar en Cádiz que continúa hasta nuestros días aunque su sede se trasladó a Marín en 1943. En cuanto al Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada, restablecido en el año 1910, se reabrió en octubre de 1914 la escuela en Ferrol y se denomina Escuela de Ingenieros y Maquinistas de la Armada. En el año 1932 se cierra esta academia y se crea la Escuela Especial de Ingenieros Navales que pasa a depender del entonces Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Las enseñanzas relacionadas con el Ejército del Aire son obviamente más modernas pues la aviación tanto civil como militar empieza a desarrollarse en la primera década del siglo XX. En 1910 se creó el servicio de la aviación militar del cual se encargaría el Cuerpo de Ingenieros del Ejército. No había todavía Ejército del Aire y eran ingenieros civiles e ingenieros militares los que se encargaban de ir desarrollando los servicios aeronáuticos que nacieron en España estrechamente vinculados a las necesidades militares. Conviene destacar que fue en las guerras de Marruecos donde se utilizaron por primera vez en el mundo los aviones para bombardear al enemigo.

Las enseñanzas aeronáuticas surgen conjuntamente en el mundo militar y en el civil. El primer centro de enseñanza parece ser la Escuela Nacional de Aviación que se abre en el año 1913 en Getafe. Escuela que sería dirigida por militares del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. No obstante, dada la poca demanda de alumnos por la parte civil, esta escuela pasa a ser militar en 1917. No obstante, el centro que sería el germen de la futura formación tecnológica especializada fue la Escuela Superior Aerotécnica ubicada en Cuatro Vientos (Madrid) que se establece en el año 1928 al tiempo que se establece el título de Ingeniero Aeronáutico. No era una formación de los oficiales de un ejército todavía inexistente sino una formación superior de instrucción y tecnológica especializada dentro del ámbito de lo que se denomina actualmente formación de perfeccionamiento. Resulta interesante comprobar la lista de profesores de esta escuela para ver que había una perfecta síntesis de profesores civiles de las universidades y escuelas de ingeniería y de profesores militares de los cuerpos de ingenieros militares. Acabada la Guerra Civil, creado el Ejército del Aire y el Ministerio del Aire, este centro pasaría a ser la Academia Militar del Ejército del Aire y se crea en paralelo el Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos del Ejército del Aire, completando los cuerpos que

ya existían del Ejército y de la Armada. Por otra parte, en 1948 se creó la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos de naturaleza civil dependiente del Ministerio de Educación y posteriormente integrada en la Universidad Politécnica de Madrid. La colaboración entre centros y profesores de enseñanzas en las escuelas militares y civiles fue muy intensa durante las primeras fases.

Al tiempo que se creó la Escuela Superior Aerotécnica, en 1928, se estableció en San Javier (Murcia) una escuela de Aeronáutica Naval, en la cual se formaban los futuros pilotos que protegerían la base. Esta escuela se convertiría al finalizar la Guerra Civil en la Academia General Militar del Ejército del Aire, con funciones de impartir la enseñanza de formación a los oficiales del Cuerpo General del respectivo ejército.

Esta breve y panorámica revisión histórica de las enseñanzas en los ejércitos muestra varias cosas. Por un lado, que las enseñanzas relacionadas con las técnicas y las tecnologías se establecen y se desarrollan en el mundo militar antes que en el civil y fueron precursoras de las enseñanzas y de las escuelas de ingeniería civil. Así, la primera escuela de ingeniería civil en España fue la de Minas, fundada en 1777 y la segunda la de Caminos, Canales y Puertos, creada por un general, el brigadier Bethancourt, en 1835. Y el primer cuerpo de ingenieros civiles se creó también en 1835. Cabe señalar que en la creación de la Escuela de Ingenieros Industriales en 1850, entonces Real Instituto Industrial, y en la ordenación de sus enseñanzas tuvo un papel destacado Francisco de Luxán, oficial artillero formado en la Academia de Artillería de Segovia y miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Asimismo, en la creación y primeros pasos de la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos la labor del Ingeniero Militar del Ejército, formado en la Academia de Guadalajara, Emilio Herrera Linares fue fundamental. También, los primeros pasos de los servicios telegráficos en España y la creación del Cuerpo de Telegrafistas Eléctricos en 1855 y la correspondiente escuela, precursora de la Escuela Oficial de Telegrafía, a su vez precursora de las actuales escuelas de Ingenieros de Telecomunicación, fueron debidos a un ingeniero militar, del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, el brigadier José María Mathe. La Escuela de Ingenieros Navales, abierta en 1933 y dependiente del Ministerio de Instrucción Pública, fue la continuación de la Escuela de Ingenieros de la Armada de Ferrol, que fue clausurada ese mismo año.

Las enseñanzas básicas militares de formación de oficiales tardarían en implantarse de manera permanente y fueron deudoras de un siglo, el xix, fuertemente convulso en España, sobre todo en el mundo militar, con frecuentes cambios de organización, de centros y de enseñanzas. Y pone también de manifiesto la dificultad endógena de los ejércitos para establecer enseñanzas generales de los ejércitos en centros únicos frente a las escuelas o academias de las distintas armas.

Las enseñanzas militares en tecnologías después de la guerra civil en España

En la evolución histórica de las enseñanzas descrita anteriormente se ha podido apreciar, y así se ha indicado, los cambios frecuentes de las políticas de enseñanza en el mundo militar, las aperturas y cierres de Academias y Escuelas y las dificultades de establecer enseñanzas generales e integradoras en los ejércitos. Este hecho no debe sorprendernos pues no es privativo del sistema de enseñanza sino de los profundos y frecuentes cambios que se producían en la sociedad española en general y, sobre todo en particular, en el mundo militar.

Los estudiosos de la historia de la tecnología y su relación con el mundo militar saben la importancia que tuvo la Primera Guerra Mundial en el desarrollo de nuevos sistemas de armas y en la importancia que adquirieron las ciencias y las técnicas en las políticas militares y, por lo tanto, las ingenierías en el ámbito militar. España no fue ajena a estos cambios y buena prueba de ello fueron «las comisiones de movilización» de los militares, preocupados por la situación de los ejércitos y las empresas españolas respecto a la fabricación y uso de los nuevos sistemas de armas. Recordemos que hasta la Guerra Civil española los oficiales formados en la Academia de Artillería de Segovia y en la Academia de Ingenieros de Guadalajara, al recibir sus despachos de tenientes de las Armas respectivas recibían también un título de «Ingeniero Industrial del Ejército» o de «Ingeniero Militar» y pasaban a integrar el Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Al volver a abrirse la Academia General Militar en Zaragoza en el año 1926 cambia el sistema de enseñanza militar que afecta principalmente a artilleros e ingenieros. En Zaragoza, los cadetes se formaban durante tres años unos planes de estudios comunes y luego pasaban a las academias de las armas donde, en dos años, se formaban en las misiones propias de la Infantería (Toledo), Caballería (Valladolid), Artillería (Segovia) e Ingeniería (Guadalajara).

Al finalizar la Guerra Civil, dada la importancia del estamento militar en la política española, los nuevos sistemas de armas y la importancia del factor tecnología en las guerras, se llevó a cabo una reestructuración de las enseñanzas militares que afectaron principalmente, como ya se indicó, a las enseñanzas en Artillería e Ingeniería. En sus respectivas academias, en los dos años de formación el énfasis principal era en los aspectos operativos de los sistemas de armas y no tanto en su estudio, diseño, fabricación y mantenimiento. Para suplir estas carencias se crean en el año 1940 el Cuerpo Técnico del Ejército y la Escuela Politécnica del Ejército y un solo Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción CIAC) «con el objeto de perpetuar la tradición de sus viejos artilleros e ingenieros militares». A lo largo del periodo transcurrido entre la creación de la Escuela y las modificaciones derivadas de la primera ley de reforma de las enseñanzas —Ley 17/1989— la formación de ingenieros en este centro pasó por diversas fases y planes

de estudios cuya descripción queda fuera del propósito de este capítulo. El acceso al centro provenía de dos fuentes: Oficiales de la Academia General Militar y del Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Armamento y Construcción y, por otra parte, de Ingenieros Civiles de la mayoría de las Escuelas Técnicas Superiores y Licenciaturas en Ciencias Experimentales. En cualquier caso, la trayectoria para completar la formación e ingresar en el Cuerpo era muy compleja y muy larga pues podía alcanzar los 10 o 11 años. Esta ingeniería tenía dos ramas: Armamento y Material y Construcción y Electricidad.

Por otro lado, la Primera Guerra Mundial había demostrado la importancia de una nueva arma: La aviación. España carecía de militares profesionales de esta arma y también de ingenieros militares con este perfil. Las enseñanzas en la Escuela Superior Aerotécnica y los trabajos de fabricación y utilización de los aviones y sus tecnologías asociadas eran llevados a cabo tanto por ingenieros civiles como por los ingenieros militares. Para hacer frente a las nuevas necesidades derivadas de la aviación se creó en agosto de 1939 el Ejército del Aire y se crean también el Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos y la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, continuación de la Escuela Superior Aerotécnica, que depende del también recién creado Ministerio del Aire. En el año 1948 esta Academia se transforma en la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos que posteriormente pasaría a depender del Ministerio de Educación en 1957 con la denominación de Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos. En cuanto a la enseñanza de carácter general, en el mes de julio del año 1943 se creó la Academia General del Ejército del Aire en la base de San Javier, Murcia, como continuación y ampliación de la anterior Escuela de Aeronáutica Naval, con la misión de formar a los futuros oficiales profesionales de este Ejército en los aspectos militar, aeronáutico, cultural, humanístico y físico. Para ingresar en el Cuerpo Militar con el empleo de capitán, los Ingenieros Civiles Aeronáuticos tenían que seguir una instrucción militar básica que se impartía durante un trimestre en la Academia General Militar.

En la Armada, la Academia de Ingenieros y Maquinistas de la Armada de Ferrol, se transforma en la Escuela Especial de Ingenieros Navales en el año 1933, dependiente del entonces Ministerio de Instrucción Pública, que tenía un carácter mixto civil y militar. Pero para la formación específica de los cuerpos de ingenieros de la Armada se creó en el año 1943, en Madrid, la Escuela Especial de Ingenieros de Armas Navales que posteriormente se transformaría en Escuela Técnica Superior de Armas Navales (ETSIAN) siguiendo la denominación de las ingenierías civiles a partir de la Ley de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas del año 1957 en que todas las ingenierías civiles pasan a depender del Ministerio de Educación con las denominaciones citadas. En realidad, existían tres cuerpos en el ámbito de la ingeniería en la Armada: el Cuerpo Facultativo de Ingenieros de Armas Navales, el Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada y el Cuerpo de Ingenieros de Electricidad de la Armada. Los tres fueron refundidos en un único cuerpo

de Ingenieros de la Armada en la Ley 61/1967, de 22 de julio. Con modificaciones y matices a lo largo del tiempo, hasta el año 1989, a este cuerpo se accedía después de cinco años en la Escuela Naval militar, dos años más en la Escuela de Estudios Superiores de San Fernando y tres años más en la Escuela Técnica Superior de Armas Navales. Es decir, después de 10 años de formación en distintos centros y enseñanzas.

Preocupación por la reforma de las enseñanzas militares

La preocupación por la reforma de las enseñanzas militares se hace patente a principios del año 1964 y queda manifestada en el Decreto 69/1964, de 16 de enero en el que se fijan directrices para la organización de la Enseñanza Militar. En su introducción dice:

La constante evolución de los ejércitos modernos como consecuencia de los continuos avances de la investigación científica y técnica aconsejan revisar los antiguos criterios que inspiraron la organización de los centros de enseñanza a los que viene encomendándose la formación de los cuadros de mando de las Fuerzas Armadas. La estrecha cooperación que entre las acciones de los tres Ejércitos de Tierra, Mar y Aire imponen las características de la guerra moderna, aconseja buscar escalones comunes en la formación profesional del personal de las Fuerzas Armadas que permita, junto a la compenetración moral e intelectual necesaria en toda acción conjunta, un conocimiento recíproco de la doctrina y de las posibilidades y servidumbres operativas y logísticas de cada uno de ellos.

La exposición de motivos sigue haciendo llamadas a la coordinación entre centros y a su fusión y el establecimiento de formación común para las escalas superiores del mando así como a aprovechar al máximo las especialidades y títulos civiles para integrar los cuadros de especialistas y evitar la existencia de centros militares en los que se cursen enseñanzas análogas a las desarrolladas por otros civiles. Reconoce el decreto que «conseguir la finalidad que se persigue será difícil y supondrá un proceso de larga duración, teniendo en cuenta las particularidades y exigencias de las distintas Armas...». Recordemos que en los años sesenta del pasado siglo seguían existiendo tres ministerios militares, muy celosos cada uno de sus funciones y competencias y que la colaboración con las universidades tanto en las enseñanzas como en la investigación era prácticamente inexistente. La parte declarativa era, pues, francamente positiva, como es frecuente, por otra parte, en gran parte de las leyes y decretos del país.

Sin embargo, en la parte dispositiva prácticamente sigue la situación que había y cada ejército seguirá teniendo sus centros para la formación básica militar y la formación especializada aunque se da un paso positivo y se enfatiza la existencia de un centro único por ejército para la formación común de

sus mandos y Estados Mayores. El único paso nuevo que se da se refiere a la creación del Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN) con la misión de «preparar a los Mandos y al personal de Estado Mayor en el estudio y planeamiento de operaciones conjuntas, realizar estudios de carácter político y económico en relación con los problemas militares y cuantos asuntos se consideren convenientes en orden a la cooperación entre los tres ejércitos y al examen de las cuestiones referentes a la Defensa Nacional».

Era como establecer unos estudios de nivel avanzado y común para los mandos buscando la cooperación y la planificación del Estado Mayor Conjunto. Resulta curioso observar que habla de estudios y cursos de contenidos políticos y económicos de carácter militar, es decir nada de tecnologías y especialidades, pero también dispone como otra de las misiones la de «mantener relaciones con los organismos civiles dedicados a la investigación y, especialmente, con aquellos más directamente relacionados con la defensa nacional». Es de suponer que se refería fundamentalmente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Junta de Energía Nuclear y el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica que tenía consideración de organismo público aunque dependiente del propio Ministerio del Aire, ya que en las universidades apenas se hacía investigación y desde luego no relacionada con la defensa. Sin embargo quedaba la puerta abierta la colaboración con universidades en un futuro no tan lejano en que, como se verá posteriormente, el CESEDEN jugó un papel importante. Conviene recordar que las dos últimas instituciones mencionadas fueron creadas y dirigidas inicialmente por ingenieros militares y en el Consejo Superior el centro del área tecnológica, el Juan de la Cierva, fue dirigido también por ingenieros militares en sus comienzos.

Sin duda, algo se estaba moviendo. En octubre del año 1964, poco después de los decretos antes mencionados, se publican otros dos decretos, el 3057/1964 y el 3058/1964, que son importantes desde el punto de vista de las enseñanzas militares. El primero se hace eco de las reformas que se habían producido o estaban teniendo lugar en la enseñanza civil de nivel superior como la exigencia del curso preuniversitario para el ingreso en las academias y escuelas de formación militar eliminando parte de los procedimientos de ingreso anteriores, tratando de facilitar la demanda y rebajar en lo posible la edad de salida de los oficiales de dichos centros y acercarse así a las condiciones del régimen general de enseñanza de la nación, aspiración que ya señalamos anteriormente y que ha estado presente y seguirá estándolo en los procesos de reforma. Estas modificaciones se producen inmediatamente después de la publicación de la Ley 2/1964, de 29 de abril, sobre reordenación de las Enseñanzas Técnicas, en el mundo civil. Resulta interesante resaltar que uno de los motivos principales de esta ley derivaba de las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para aumentar significativamente el número de ingenieros en España que pasaba, entre otros cambios, por la reducción de

la duración de las carreras que pasarían de siete a cinco años. Fue lo que se conoció como plan 64. Además, en dicha ley se establecía el acceso directo a las enseñanzas de las carreras de ingenierías civiles, con las convalidaciones posteriores que pudieran resultar, «a los Oficiales del Ejército que hayan cursado los estudios regulares de la Academia General Militar y Academias Especiales respectivas o bien de la Escuela Naval Militar o de la Academia del Aire». El problema de la escasez de ingenieros en el ámbito civil y la larga duración real de las carreras era igual o peor en las ingenierías de los cuerpos militares, cada vez con menos demanda, debido, entre otras causas, a la larga duración que podía oscilar entre nueve y once años.

El segundo decreto citado, publicado el 10 de octubre de 1964, es el que transforma la Escuela Politécnica del Ejército y la Escuela de Ingenieros de Armas Navales en Escuelas Técnicas Superiores y se fijan las condiciones para obtener el título de Doctor en estos centros. Era un paso más para la homologación de estas escuelas con las de las ingenierías civiles. Conviene recordar que en el año 1957 se había producido una importante reorganización de las enseñanzas técnicas civiles, pasando todas las escuelas a denominarse Escuelas Técnicas Superiores, dependientes todas del Ministerio de Educación y cambiando los anteriores sistemas de ingreso y carrera por un plan de siete años, los dos primeros selectivos y los cinco siguientes de carrera.

Poco después, la Ley 97/1966, de 28 de diciembre de 1966, sobre clasificación de las enseñanzas militares, ante algunas dudas respecto al carácter y alcance de las mismas, establece que la **«Enseñanza Militar Superior tiene el carácter de enseñanza superior de igual rango que las enseñanzas universitaria y técnica superior, es decir equivalentes a las licenciaturas e ingenierías cursadas en facultades y escuelas técnicas»**. Y aclara que la formación completa se desarrollara en la Academia General de Zaragoza en el Ejército de Tierra para las Armas y para los Cuerpos de Intendencia y Guardia Civil y conducirá al empleo de teniente de la Escala Activa; en la Marina para el Cuerpo General y los de Infantería de Marina, Máquinas e Intendencia con el empleo de alférez de navío; y en el Ejército del Aire, para el Arma de Aviación y el Cuerpo de Intendencia con el empleo de teniente. Se cumplía así de manera oficial una aspiración de la oficialidad de las Fuerzas Armadas.

Las reformas en el ámbito civil continuaban y, así, dos años después, el 8 de abril de 1968, se publica el Texto Refundido de las leyes de los años 57 y 64 antes citadas y vuelve a decretarse que **«los ministerios militares conservan la facultad de organizar sus propias enseñanzas técnicas, otorgando los títulos que sus reglamentos establezcan y que tendrán plena validez, a efectos de convalidación, con los estudios en escuelas civiles y tendrán la capacidad profesional que la legislación establezca»**.

Tal como señalaba el decreto de enero de 1964 que fijaba las directrices para la organización de la Enseñanza Militar al que se aludió anteriormente,

el proceso resultó ser lento, complejo y difícil y, aunque se realizaron algunos cambios, la estructura de las enseñanzas militares seguía siendo la misma, debido en gran medida a la existencia de tres ministerios militares, cada uno con sus políticas, sus competencias y sus corporativismos.

En lo que respecta a la colaboración entre las Fuerzas Armadas y las universidades en el ámbito de las enseñanzas, puede decirse que fue muy escasa y poco o nada convenida y estructurada, en parte, porque los años 70 fueron un tanto convulsos en las universidades, con un ambiente poco propicio a cualquier tipo de colaboración entre ambas entidades.

Sin embargo, a partir del año 1983, con el Ministerio de Defensa creado en 1977 y nuevos aires en dicho ministerio, se pone en marcha una política de acercamiento de las Fuerzas Armadas a otras instituciones de la sociedad civil dentro de la llamada política de «Cultura de la Defensa». **Desde el CESEDEN se promueve la firma de convenios con las universidades para la organización de jornadas, seminarios y conferencias de interés para ambas partes. La Ley de Reforma Universitaria de 1983 promueve también la colaboración entre las universidades, las empresas y las instituciones públicas y privadas y se crean asociaciones y fundaciones, como el Círculo de Electrónica Militar, transformado luego en Fundación de Tecnologías de la Seguridad y la Defensa, constituido inicialmente por el Ministerio de Defensa y la Fundación Universidad-Empresa de Madrid, que promueven la colaboración con el entorno empresarial en investigación y en formación, principalmente de posgrado. Es decir, empieza ya una colaboración poco estructurada pero bastante eficaz. Al mismo tiempo se iban introduciendo algunas modificaciones parciales en el sistema de Enseñanza Superior Militar tendentes a igualar las condiciones de ingreso para los tres ejércitos y equipararlas en lo posible a las de acceso a la universidad, a modificar el sistema de profesorado de los centros docentes militares y a acercar las enseñanzas al sistema educativo general, tal como se especifica en el R. D. 2078/1985, de 6 de noviembre, por el que se fijan las condiciones y las pruebas a superar para el ingreso en la Enseñanza Superior Militar y en la Orden 66/1985, de 22 de noviembre, sobre destinos como profesor de enseñanza militar.**

De todos modos, al pertenecer la política de enseñanza a la política de personal, las reformas eran más complicadas y por ello la labor de reforma y modernización fue prudente en el ritmo, con objetivos claros, y sólida en cada uno de sus pasos, tal como manifiesta en el libro «La transición militar» el entonces ministro de Defensa Narcís Serra.

Comienzan las reformas

Aunque en los años ochenta se habían ido introduciendo algunos cambios en las enseñanzas, habría que esperar al año 1989 para que se empeza-

ra a acometer una reforma importante de las enseñanzas militares con la aprobación de la Ley 17/1989, de 19 de julio, Reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional. Tal como reconoce esta ley en su preámbulo,

La política de personal militar ha estado condicionada, desde la creación del Ministerio de Defensa en el año 1977, por la existencia de una legislación dispersa, confusa y, a veces, hasta contradictoria. La causa fundamental de esta situación procedía de la existencia de tres ministerios militares que habían ido generando una legislación propia, a veces justificada por las peculiaridades de cada ejército y otras no tanto.

A lo cual yo añadiría la resistencia de los cuarteles generales de cada ejército a desplazar competencias y funciones a los órganos centrales del ministerio, como sucedió en aspectos tales como la política de armamento y material y adquisiciones.

Esta ley, como su nombre indica, es esencialmente una ley de la función y del personal militar. Pero la regulación de estos aspectos requiere también abordar la regulación de la enseñanza. Y así en el preámbulo se indica:

«La enseñanza militar incluye determinados conocimientos científicos y culturales de carácter general junto a los específicamente militares: Doctrinas, técnicas y procedimientos para el empleo de las unidades, la utilización de los sistemas de armas y su explotación estratégica y táctica. Ninguno de ellos, por su peculiaridad, se imparte en el sistema educativo general, sino que es el propio Ministerio de Defensa el que debe hacerlo a través de una estructura docente apropiada».

Las finalidades declaradas del proceso de reforma eran principalmente:

- Adaptar la estructura de la enseñanza militar a la ordenación general del sistema educativo, integrándola en el mismo en la medida de lo posible. Es decir, se busca un paso más pasando de la equivalencia y homologación a la integración, reiterada aspiración que se ha señalado anteriormente.
- Reducir y racionalizar los centros docentes militares en lo referente a medios, métodos pedagógicos y régimen interno.
- Facilitar la acción conjunta de los tres ejércitos.
- Establecer planes de estudio adecuados a las nuevas circunstancias y mejorar las condiciones de todo tipo del profesorado.
- Adecuar la formación a las necesidades derivadas de la creciente internacionalización de la sociedad y de los ejércitos. Recordemos que desde el año 1982 España pertenecía a la OTAN y desde 1986 a la Comunidad Económica Europea (CEE), hoy Unión Europea.

Con esta líneas en mente se decide, como se había hecho anteriormente con otros ámbitos del Ministerio de Defensa, centralizar la política de enseñanza en el Órgano Central y se crea, en el año 1987, la Dirección General de Enseñanza a la que se atribuye «La preparación, planeamiento y desarrollo

de la política de enseñanza militar, así como la supervisión y dirección de su ejecución», tal como reza en el R. D. 1/1987, de 1 de enero, BOE 02/01/1987.

De acuerdo con la ley mencionada la enseñanza militar queda estructurada en tres niveles:

- a) **Enseñanza militar de formación**, que es aquella que prepara para el acceso a las Escalas militares, y que comprende, a su vez, los grados: básico, medio y superior, que se corresponden con las Escalas básicas, medias y superiores respectivamente. Tal como quedó establecido en 1966 y confirmado en la Ley de Reforma Universitaria de 1983, estos niveles se corresponden con los de Técnico Especialista (Básico); Diplomado Universitario, Arquitecto Técnico o Ingeniero Técnico (Medio); y Licenciado, Arquitecto o Ingeniero (Superior), del sistema educativo general.
- b) **Enseñanza militar de perfeccionamiento**, diseñada para la ampliación y actualización de conocimientos y el desempeño de determinado tipo de categorías y empleos superiores y proporcionar un mayor grado de especialización o actualizar los conocimientos adquiridos necesarios para nuevos destinos.
- c) **Altos estudios militares**, que comprenden la preparación para el desempeño de funciones en los escalones superiores del mando, dirección y gestión en los Estados Mayores y estudios relacionados con las estrategias y doctrinas de los ejércitos en el mundo actual.

La enseñanza militar de formación de grado superior es la que faculta para la incorporación a las Escalas superiores, es decir, a los oficiales, que son las que se tratan en este estudio.

La enseñanza de perfeccionamiento es la que podría equipararse a lo que en la enseñanza superior civil se denomina generalmente enseñanza de posgrado y que en el año 1989 no estaba oficialmente reglada en las universidades públicas salvo en el ciclo de doctorado. Era lo que se denominaba formación continua y posibilitaba estudios de especialización y master pero propios de cada universidad. **Esta formación, sobre todo la relacionada con las especialidades tecnológicas es de gran interés en este capítulo pues fue con la que se iniciaron los convenios con centros universitarios civiles para el desarrollo de cursos de especialización y de maestría.**

¿Dónde se cursarían los distintos niveles de formación? La enseñanza militar de formación de los Cuerpos Generales de los Ejércitos y el de Infantería de Marina se impartían en las Academias Generales que eran:

- Academia General de Zaragoza del Ejército de Tierra.
- Escuela Naval Militar de Marín de la Armada.
- Academia General de San Javier del Ejército del Aire.

Pero junto a estas academias bien definidas quedaban un amplio conjunto de enseñanzas y centros con competencias y actividades poco o vagamente

definidas. Así las enseñanzas correspondientes a los niveles de formación y de perfeccionamiento de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos y de los Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas se impartirán en centros existentes o en otros que se crearían. Las enseñanzas de los Cuerpos de Especialistas de los Ejércitos se impartirán en las Escuelas de especialidades fundamentales que se determinaran. La ley habla también de Escuelas de especialidades complementarias, sin fijar cuáles son y qué pueden impartirse en centros de naturaleza civil o militar. Todo quedaba muy abierto y pendiente de reglamentación posterior.

La Ley 17/1989, establece también los sistemas de acceso a las academias militares de modo que para ingresar en las mismas se exigen los mismos niveles de estudios que los requeridos en el sistema educativo general para acceder a los centros en los que se obtienen las titulaciones equivalentes a cada uno de los grados, aparte de las pruebas específicas u otros procedimientos de promoción interna.

Uno de los avances interesantes de la ley es que se reconoce de forma expresa y se regula la adaptación de la enseñanza militar al sistema educativo general, adaptando la estructura de los planes de estudios a la de las enseñanzas civiles determinando, junto con el Ministerio de Educación y Ciencia los efectos académicos que pudieran corresponder a los estudios cursados en la enseñanza militar y las convalidaciones correspondientes que posteriormente se determinarán.

Resulta importante señalar que se reconoce explícitamente que podrán establecerse conciertos con las universidades públicas y demás centros del sistema educativo general para impartir determinados cursos o enseñanzas.

Esta ley trataba de racionalizar el campo disperso de enseñanzas y centros y de ir adecuando e insertando las enseñanzas militares en el sistema educativo general, tarea bien complicada dadas las características de los ejércitos que ya se comentaron en la introducción y dada la cantidad y diversidad de Cuerpos y Escalas y su fuerte interrelación con las enseñanzas. La propia ley lista las Escalas de los distintos Cuerpos alcanzando alrededor de doscientas entre cuerpos generales, especialistas y niveles básicos, medios, y superiores.

En esta ley quedan establecidos los Cuerpos de militares de carrera, que conviene reproducir aquí por la relación que tienen con los distintos niveles de enseñanzas. Estos cuerpos son:

- Cuerpos Específicos del Ejército de Tierra:
 - Cuerpo General de las Armas del Ejército de Tierra,
 - Cuerpo de Intendencia del Ejército de Tierra,
 - Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra,
 - Cuerpo de Especialistas del Ejército de Tierra.

- Cuerpos Específicos de la Armada:
 - Cuerpo General de la Armada,
 - Cuerpo de Infantería de Marina,
 - Cuerpo de Intendencia de la Armada,
 - Cuerpo de Ingenieros de la Armada,
 - Cuerpo de Especialistas de la Armada.
- Cuerpos Específicos del Ejército del Aire:
 - Cuerpo General del Ejército del Aire,
 - Cuerpo de Intendencia del Ejército del Aire,
 - Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire,
 - Cuerpo de Especialistas del Ejército del Aire.
- Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas:
 - Cuerpo Jurídico Militar,
 - Cuerpo Militar de Intervención,
 - Cuerpo Militar de Sanidad,
 - Cuerpo de Músicas Militares.

A su vez, la ley detalla para cada Cuerpo las Escalas y los Empleos. Aquí solo mencionaremos que hay dos Escalas de oficiales: Superior y Media y la Básica es de suboficiales. Recordaremos que este capítulo está limitado a la educación superior y a la colaboración con las universidades en el ámbito de la tecnología por lo cual solo se limitará a las Escalas Superior y Media de oficiales y se excluirán los Cuerpos Comunes y los de Intendencia.

Teniendo en cuenta esta estructura de Cuerpos y la de los niveles de enseñanza, la ley establece de forma poco precisa el tipo de centros docentes militares que son:

- Academias Generales, que impartirán la enseñanza militar de formación de los Cuerpos Generales de los Ejércitos y del de Infantería de Marina, así como la formación general de carácter militar de los Cuerpos de Intendencia y de Especialistas. Estas Academias son las que ya señalamos anteriormente, es decir, la de Zaragoza, la de Marín y la de San Javier.
- Escuelas de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos y de los Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas, en las que se podrán impartir enseñanzas de formación y de perfeccionamiento. Las Escuelas de los Cuerpos de Ingenieros son la Escuela Superior Politécnica del Ejército, la Escuela Técnica Superior de Armas Navales y la Escuela Superior de Técnicas Aeronáuticas.
- Escuelas de Especialidades Fundamentales.
- Escuelas de Especialidades Complementarias.
- Escuelas Generales de los Ejércitos, del Ejército de Tierra, de la Armada y del Ejército del Aire, que impartirán cursos de perfeccionamiento y capacitación para el desempeño de categorías superiores y los del Estado Mayor.

- Centro Superior de la Defensa Nacional, para cursos, estudios e investigaciones relacionados con las políticas de paz, seguridad y defensa y la alta gestión y administración de la defensa.

La ley también establece los procedimientos y estructura de los planes de estudios de los diferentes niveles y los sistemas de acceso. En los niveles medios y superiores la duración será similar a la de las titulaciones del sistema educativo general, tal como se describió anteriormente en lógica consecuencia de fijar las equivalencias entre las titulaciones civiles y militares que las leyes generales del sistema educativo general reconocen. Para el acceso directo se requieren los niveles de titulación del sistema educativo general más las pruebas específicas del sistema militar. La ley también menciona los accesos por promoción interna entre escalas y empleos tanto a nivel de formación como a los de perfeccionamientos y empleo, aunque lo hace de una forma muy general que requerirá desarrollo reglamentario posterior. Conviene señalar que en la fijación de directrices de los planes es el Gobierno, a propuesta de los Ministerios de Defensa y con informe del Ministerio de Educación, el que las lleva a cabo, es decir, que hay una buena disposición de colaboración con el mundo civil tratando de homologar los aspectos generales de ambos tipos de enseñanza. Es importante señalar que las duraciones de los estudios para los diferentes cuerpos y escalas será la misma que la de los estudios del sistema educativo general, norma que afectará principalmente a los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos. Asimismo, conviene señalar que, sobre todo en la enseñanza de perfeccionamiento y especialización la ley establece en su **artículo 54 que «Podrán establecerse conciertos con las Universidades públicas y demás centros del sistema educativo general para impartir determinadas enseñanzas»**. En todo caso, en esta ley quedan muy abiertos temas de desarrollo reglamentario posterior que se fueron acometiendo lentamente y con dificultades en los años siguientes.

Para comprender mejor el modo en que esta ley afectaba a los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos conviene referirse a un capítulo del Cuaderno de Estrategia n.º 42 del CESEDEN, de enero de 1992, que analiza la problemática de los ingenieros militares en la actual coyuntura (se refiere a la aplicación de la Ley 17/89), que tiene que ver mucho con la enseñanza superior en el ámbito de las tecnologías. Por un lado se señala, la existencia de problemas antiguos en los ejércitos derivados de la «dualidad Arma-Cuerpo» que afecta principalmente a la diferenciación y coordinación entre las acciones facultativas y las operativas y que afectaba a las Armas de Artillería e Ingenieros de los Cuerpos Generales. Por otro lado, había una enorme disparidad de criterios seguida por cada ejército en la creación de sus Cuerpos de Ingenieros, en sus estructuras generales y en los procedimientos de ingreso. Por otra parte, la creciente centralización de las decisiones en el Órgano Central del Ministerio de Defensa, tanto en la política de I+D a través de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) como de la política de

enseñanza a través de la Dirección General de Enseñanza (DIGEREN) hacen que se replanteen las enseñanzas y competencias de los Cuerpos de Ingenieros. También, cada vez con más frecuencia, señala el informe aludido, las decisiones relacionadas con asuntos técnicos se toman por miembros de los Cuerpos Generales Operativos, contando menos los Cuerpos Facultativos. A todo esto hay que añadir, que la demanda para estos cuerpos era muy limitada frente a la de las ingenierías civiles. Por estas y otras causas que no es el caso analizar, las enseñanzas en las Escuelas de Ingenieros de los Ejércitos se modifican dando paso a una mayor integración con las enseñanzas de las ingenierías civiles. Estas modificaciones quedan más claras en el Real Decreto 562/ 1990, de 4 de mayo, que sigue a la Ley 17/1989, y que aprueba el Reglamento General de Ingreso en los centros docentes militares de formación y de acceso a la condición de militar de empleo. **Así, por ejemplo, se promueve el que junto con el ingreso de los oficiales graduados en las Academias Generales, accedan también licenciados en Ciencias e ingenieros de las Escuelas Técnicas Superiores civiles, cuyas titulaciones dependerán del Cuerpo elegido y la rama correspondiente, tal como señala el artículo 15.1 del Real Decreto mencionado.**

Habrà que esperar al año 1999 para que vuelva a plantearse la reforma de las enseñanzas militares, traída una vez más de la mano de la Ley 17/1999, de 18 de mayo, de Régimen del Personal de las Fuerzas Armadas. En realidad, esta ley venía motivada fundamentalmente por alcanzar la plena profesionalización de las Fuerzas Armadas lo que llevaría, entre otros cambios importantes, a la no exigencia de la prestación del servicio militar obligatorio. En lo que respecta a la definición y estructura de la enseñanza militar, temas recogidos en el título V de la ley apenas hay variaciones respecto a lo establecido en la anterior ley de 1989. Quedan mejor definidos los grados y las titulaciones equivalentes al sistema general educativo de las diferentes Escalas:

- *Escalas de Suboficiales*: Formación Profesional de Grado Superior. Titulación equivalente a Técnico Superior.
- *Escalas de Oficiales*: Educación universitaria de primer ciclo. Titulación equivalente a Diplomado, Arquitecto Técnico o Ingeniero Técnico.
- *Escalas Superiores de Oficiales*: Educación universitaria de ciclo largo o segundo ciclo. Titulación equivalente a Licenciado, Arquitecto o Ingeniero.

Realmente, durante los diez años transcurridos entre las dos leyes, el sistema de enseñanza fue tratando lentamente y con tensiones de adaptarse a la nueva situación. **Debe destacarse el hecho de que en las enseñanzas de niveles superiores empiezan a desarrollarse los convenios y las acciones de colaboración con universidades públicas para cursos de formación continua de diverso tipo y duración de acuerdo con el sistema de enseñanzas de posgrado de las universidades. En el campo de las tecnologías las colaboraciones en cursos de tipo master y especialidad resultaron muy interesantes y la colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid es buena prueba de ello.**

En junio de 1999 la mayoría de los responsables ministeriales de las enseñanzas universitarias de los países europeos firmaron la Declaración de Bolonia que establecía un Espacio Europeo de Educación Superior que trataba de renovar las estructuras y los métodos de la enseñanza superior en Europa dando una serie de recomendaciones para fomentar la movilidad de los estudiantes en los países europeos, la innovación tecnológica e industrial, la adecuación de los estudios a las nuevas exigencias sociales y el énfasis en el aprendizaje y en la estructura cíclica de las enseñanzas, los grados y los títulos, de manera que fueran comparables y homologables en los países de la Unión Europea. Esta declaración abrió un periodo de reformas de las enseñanzas universitarias en todos los países, entre ellos España, que en diciembre de 2001 recogió estas líneas en la nueva Ley Orgánica de Universidades que sería modificada en el año 2005 y cuyos desarrollos reglamentarios y puesta en práctica de las nuevas estructuras y planes de estudios fueron estableciéndose durante los años siguientes de modo que en el año 2010 estaba el nuevo marco de la educación superior en las universidades españolas prácticamente establecido.

La ley de la carrera militar

En el año 2007 se promulga la Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la Carrera Militar, de mayor trascendencia y calado para la enseñanza militar que las dos anteriores. ¿Fue el escenario de Bolonia la causa de acometer nuevamente una reforma? Creo que fue una de las causas, junto con otras que afectaban más a la carrera militar propiamente dicha, y se aprovechó el momento para dar un paso más en la inserción de las enseñanzas militares en el sistema educativo general. Ya se vio que desde los años sesenta del pasado siglo preocupaba en las Fuerzas Armadas la equiparación de los estudios militares a los civiles y como ello se fue consiguiendo con un cuadro de equivalencias de niveles a efectos administrativos y a efectos de títulos y competencias profesionales en las enseñanzas de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos. Así, en el preámbulo de la ley, al refundir las Escalas Superiores de Oficiales con la de Oficiales se reconoce que hay «que acomodarse al proceso de conformación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior». Conviene recordar que en el sistema educativo superior civil español desaparecen los títulos de Diplomado, Arquitecto Técnico e Ingeniero Técnico que se transforman en Grados y se establece el Master como título oficial que puede conducir a la habilitación de Arquitectos o Ingenieros, además de los posgrados propios de universidades que puedan existir y sigue el ciclo superior de Doctorado. Al mismo tiempo y por la importancia que tienen las enseñanzas en tecnologías en este estudio, esta ley también remite a una nueva regulación de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos para adaptar las enseñanzas a los nuevos grados y posgrados de acuerdo con las directrices de Bolonia y su transposición a las leyes españolas.

Pero la integración en el sistema educativo general va más allá de la existente hasta entonces pues se establece **que junto con la formación militar será requisito para acceder a las Escalas de Oficiales un título de grado universitario y para las Escalas de Suboficiales una titulación de formación profesional de grado superior**. Es decir, que el grado universitario civil obtenido tiene la misma virtualidad y efectos académicos y profesionales que los del sistema civil. Con ello se pretendía aumentar el número de aspirantes a la carrera militar, pues había una fuerte preocupación por la disminución de vocaciones militares, hacer dicha carrera más atractiva y con mayor capacidad de demanda por los jóvenes ciudadanos y facilitar la futura movilidad social y laboral.

Para ello, se establece un modelo de **formación dual integrada**. **Se crean los Centros Universitarios de la Defensa (CUD) dentro de las Academias de formación militar**. Estos centros, de titularidad pública del Ministerio de Defensa, se configuran jurídicamente como centros adscritos a las universidades públicas que posteriormente se determinarían para lo cual será necesario firmar un convenio de adscripción con dichas universidades. En estos centros se impartirán las enseñanzas conducentes a títulos universitarios de grado del sistema educativo general, al tiempo que en la Academia se imparten los cursos y las actividades de instrucción y adiestramiento propios de la formación militar, de modo que al finalizar los correspondientes estudios se obtiene una titulación universitaria de grado y el empleo de teniente de la escala de oficiales. En realidad es una situación muy parecida a la existente en el mundo universitario civil en el que algunas universidades y centros privados adscritos a las mismas impartían enseñanzas conducentes a lo que se denominaban dobles titulaciones, por ejemplo, Licenciado en Economía y Derecho o Licenciado en Informática y Matemáticas, añadiendo un número determinado de créditos a los necesarios para el grado normal. Situación que continúa actualmente en algunas universidades públicas y privadas y centros adscritos públicos y privados.

Se mantiene la estructura de los cuerpos y escalas de las leyes anteriores pero resulta significativo que se han suprimido en los cuerpos específicos de los ejércitos los cuerpos de especialistas, si bien hay un nuevo capítulo en el que se definen especialidades y capacidades profesionales de manera muy general, sin que quede claro lo que se pretende, que será desarrollado posteriormente.

En esta Ley se mantienen los tres niveles de enseñanza, es decir, Formación, Perfeccionamiento y Altos Estudios de la Defensa Nacional. La enseñanza de formación de oficiales diferencia dos tipos. Por un lado la de los Cuerpos Generales y de Infantería de Marina cuya finalidad es la preparación para el ejercicio profesional y la capacitación para la incorporación a sus respectivas escalas. Tal como decíamos anteriormente, comprende la formación militar general y específica y la correspondiente a un título de grado universitario del sistema educativo general. También comprende la formación para la adquisición de las especialidades fundamentales que sean necesarias para desempeñar los diferentes cometidos de cada cuerpo. Por

otro lado, para los Cuerpos de Intendencia, los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos y los Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas, la enseñanza de formación proporcionará la formación militar general y específica y completará la formación técnica acreditada con los títulos exigidos para el ingreso. Por lo que respecta a la formación de los Cuerpos de Ingenieros, la situación queda muy poco definida y habrá que esperar a posteriores desarrollos.

Las enseñanzas de perfeccionamiento quedan en esta ley mejor definidas y tienen como finalidad «Preparar al militar profesional para la obtención de especialidades, tanto las que complementen la formación inicial recibida como las que permitan adaptar o reorientar su carrera y la de actualizar o ampliar los conocimientos para el desempeño de sus cometidos e incluirá títulos del sistema educativo general y de específicos militares». Finalidad de carácter tan general que habrá que esperar a su desarrollo posterior para analizar los posibles tipos y niveles de esta enseñanza de perfeccionamiento, que debería tener un paralelo con la denominada formación de posgrado en el sistema educativo general y donde la colaboración en todos los sectores, pero específicamente en el de las tecnologías, debería ser importante.

Los altos estudios de la defensa nacional quedan definidos de forma muy general como aquellos que se relacionan con la paz, la seguridad y la defensa y la política militar así como otros cursos específicos militares que se determinaran reglamentariamente.

Lógicamente, con este esquema dual integrado de enseñanza militar y enseñanza universitaria la estructura, tipo y cometidos de los **Centros Docentes Militares de Formación (CDMF)** queda bastante modificada respecto a las anteriores reformas, aunque quedan aspectos importantes que se determinarán reglamentariamente. La enseñanza de formación de oficiales se impartirá, tal como ya se venía haciendo, en la Academia General Militar (Ejército de Tierra, Zaragoza), en la Escuela Naval Militar (Armada, Marín) y Academia General del Aire (Ejército del Aire, San Javier) y en otras academias militares que se determinaran. Tal como ya se ha señalado, estos centros serán los responsables de la enseñanza militar general y específica y de la formación técnica que corresponda, así como la de especialidades fundamentales.

Pero, la gran novedad, como ya se indicó, es que, dentro de las Academias y ubicadas en ellas se crean los **Centros Universitarios de la Defensa (CUD)** que serán los responsables de la impartición de los títulos universitarios del sistema educativo general que también se determinarán posteriormente. En el sistema de centros universitarios se da un paso más al establecer que en dichos centros se impartirá, no solo la enseñanza del nivel de formación, es decir, el grado sino que también «se podrán impartir estudios conducentes a la obtención de títulos oficiales de posgrado, tanto de master como de doctor, y se definirán y desarrollaran líneas de investigación consideradas de interés en el ámbito de las Fuerzas Armadas y de la paz, la seguridad y la

defensa, colaborando con otras entidades y organismos públicos de enseñanza e investigación».

Se mantiene el **CESEDEN como Centro de Altos Estudios de la Defensa Nacional** para el desarrollo de cursos de actualización para cometidos de oficial general y obtención del diploma de Estado Mayor y estudios de posgrado, estableciendo colaboraciones con las universidades públicas, los CUD y otras corporaciones públicas y privadas mediante los convenios pertinentes.

Respecto a los posibles **Centros Docentes Militares de Perfeccionamiento** queda abierto cuales podrán ser, en función de sus cometidos concretos que se irán desarrollando por el Ministerio de Defensa. Probablemente, serán las propias Academias militares y también los CUD.

Esta ley abre una nueva y original vía para la formación de los militares profesionales mediante una sistema dual que combina la formación específica militar tradicional con la formación universitaria, en el caso de los oficiales, dando un paso más en el antiguo deseo de homologación, equivalencia, colaboración e integración en el sistema educativo general. Deja, sin embargo, puertas abiertas para la posterior concreción reglamentaria en cuanto a títulos, centros y planes de estudio.

Desarrollo del proceso de reforma

El proceso abierto en la Ley de la Carrera Militar de 2007 va desarrollándose poco a poco. En noviembre de 2008, en el R. D. 1723/2008, de 24 de octubre, se decreta la creación de los Centros Universitarios de la Defensa con su régimen jurídico, adscripción a las universidades públicas, gobierno y financiación. En este decreto se crean ya los tres primeros centros que se integrarían y ubicarían posteriormente, como parece lógico, en la Academia General de Zaragoza, adscrito a la Universidad de Zaragoza, en la Academia General del Ejército del Aire en San Javier, adscrito a la Universidad Politécnica de Cartagena y en la Escuela Naval Militar de Marín, adscrito a la Universidad de Vigo. La finalidad principal es la impartición de enseñanzas de grados que se definirán posteriormente pero deja también la puerta abierta a títulos de posgrado y de doctorado.

Durante el año 2009 se van firmando los convenios de adscripción con las universidades públicas, al tiempo que se establecen los correspondientes títulos de grado que se impartirán en los CUD. Quedaba, sin embargo, completar el proceso para la formación de oficiales de la Guardia Civil. El R. D. 1959/2009, de 18 de diciembre, crea el Centro Universitario de la Guardia Civil, estableciendo que «la formación de oficiales del Cuerpo de la Guardia Civil comprenderá la formación militar, la de Cuerpo de Seguridad del Estado y la correspondiente a un título de grado universitario del sistema educativo general. Este centro se ubicará en la Academia de Oficiales de la Guardia Civil situado en Aranjuez, Madrid». Posteriormente, en el año 2011, este centro

se adscribirá a la Universidad Carlos III de Madrid con un título de grado en Ingeniería de la Seguridad.

Por otra parte, mencionaremos, aunque sea brevemente, que las enseñanzas correspondientes a los **Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas se llevan a cabo en la Academia Central de la Defensa, situada en Madrid**, (anteriormente Grupo de Escuelas de la Defensa) y que en dicha Academia se integra el Centro Universitario de la Defensa de Madrid (Orden DEF/734/2012, de 11 de abril) que se adscribió mediante convenio a la Universidad de Alcalá para la enseñanza de oficiales del Cuerpo Militar de Sanidad en la especialidad de Medicina.

Finalmente el esquema de centros universitarios queda del modo siguiente:

- **Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar del Ejército de Tierra: Grado en Ingeniería de Organización Industrial**, para la formación de oficiales del Ejército de Tierra en **Zaragoza**.
- **Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar del Ejército del Aire: Grado en Ingeniería de Organización Industrial**, para la formación de oficiales del Ejército del Aire en **San Javier**.
- **Centro Universitario de la Defensa-Escuela Naval Militar de la Armada: Grado en Ingeniería Mecánica**, para la formación de oficiales de la Armada en **Vigo**.
- **Centro Universitario de la Guardia Civil-Academia de Oficiales de la Guardia Civil: Grado en Ingeniería de la Seguridad**, para la formación de oficiales de la Guardia Civil, en **Aranjuez**.



Figura 1. Centros Universitarios de la Defensa. (Fuente: Ministerio de Defensa).

- **Centro Universitario de la Defensa - Academia Central de la Defensa: Grado en Medicina**, para la formación de oficiales del Cuerpo Militar de Sanidad, en **Carabanchel, Madrid**.

Siguiendo con el proceso de desarrollo de la Ley de la Carrera Militar de 2007 y al tiempo que se iban implantando las enseñanzas derivadas del proceso de Bolonia en las universidades españolas, en enero de 2010 se aprueba el Reglamento de ingreso y promoción y de **ordenación de la enseñanza de formación en las Fuerzas Armadas**. (Real Decreto 35/2010, de 15 de enero). Decreto completo y prolijo del cual destacaremos solamente la parte de la enseñanza de formación superior para la formación de oficiales de los Cuerpos Generales y de Infantería de Marina y principalmente en las áreas de tecnologías, es decir, en las ingenierías.

El decreto vuelve a recordar que en los planes de formación de oficiales se integran dos planes de estudio: 1) el de formación militar general, específica y de especialidad fundamental; y 2) el correspondiente a titulaciones del sistema educativo general, estableciendo un sistema dual de doble titulación: la de las ingenierías anteriormente citadas y el de teniente de los Ejércitos de Tierra o del Aire o de alférez de navío en la Armada.

La ordenación de las enseñanzas del nivel de formación para los Cuerpos Generales y de infantería de Marina queda de la siguiente forma según los requisitos del nivel de titulación de entrada:

- a) Sin título previo de graduado se requerirá la superación de los dos planes de estudio citados anteriormente. **El total de las enseñanzas se ordenan en cinco años académicos con un total de 380 créditos ECTS de los cuales 240 corresponden al grado universitario y los restantes para la formación militar general, la específica y la de especialidad fundamental y la instrucción y el adiestramiento**. Este es el régimen general para los estudiantes procedentes del bachillerato quienes deberán superar las pruebas de selectividad del sistema educativo general y las propias de las academias militares consistentes en pruebas físicas y psicotécnicas, inglés y otras pruebas.
- b) Ingresando con el título propio de graduado adecuado al cuerpo que se solicita se tendrá que superar la formación militar general, específica y de la especialidad fundamental y teniendo en cuenta las posibles convalidaciones, las enseñanzas se distribuirán como máximo en dos cursos académicos, que podrían ser equivalentes en carga de trabajo máxima de 140 créditos ECTS. El decreto fija los títulos del sistema educativo general exigidos para el acceso a cada tipo de cuerpo y de escala. En el Anexo II del decreto se detallan los títulos anteriores a la reforma de Bolonia y se indica que el Ministerio de Defensa irá actualizando los nuevos títulos una vez que el proceso continúe desarrollándose, tal como podremos comprobar posteriormente.

- c) Para los Cuerpos de Intendencia y de Ingenieros del Ejército de Tierra, de la Armada y del Ejército del Aire, se requerirá completar una enseñanza de formación militar general y específica que tendrá como duración mínima un curso académico, con una normativa similar para los Cuerpos Comunes.

Tras la firma de los correspondientes convenios de adscripción con las universidades públicas y la determinación de los correspondientes títulos de grado la situación de los centros docentes militares de formación de oficiales de los Cuerpos Generales y de Infantería de Marina queda del modo siguiente:

1. Formación militar general y específica y grado universitarios en:
 - Ejército de Tierra: Academia General Militar de Zaragoza. Grado: Ingeniería de Organización Industrial.
 - Armada: Escuela Naval Militar de Marín. Grado: Ingeniería Mecánica.
 - Ejército del Aire: Academia General del Aire de San Javier. Grado: Ingeniería de Organización Industrial.
2. La ampliación de la formación militar específica y la impartición de las especialidades fundamentales del Cuerpo General del Ejército de Tierra se hará en:
 - Academia de Infantería, en Toledo.
 - Academia de Caballería, en Valladolid.
 - Academia de Artillería, en Segovia.
 - Academia de Ingenieros, en Hoyo de Manzanares, Madrid.
3. En el Ejército del Aire se completará la formación militar específica en las siguientes unidades:
 - Ala 23, en Talavera la Real (Badajoz).
 - Grupo de Escuelas de Matacán, en Villargonzalo de Tormes (Salamanca).
 - Ala 78, en Armilla (Granada).
4. La formación técnica para incorporarse a las diferentes escalas de oficiales de los Cuerpos de Ingenieros del Ejército de Tierra, de la Armada y del Ejército del Aire, así como la formación militar general y específica que complete la recibida en las Academias o Escuela del punto 1, se impartirá en los centros que se indican a continuación:
 - Ejército de Tierra: Escuela Superior Politécnica del Ejército de Tierra (ESPOL).
 - Armada: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales (ETSIAN).
 - Ejército del Aire: Escuela de Técnicas Aeronáuticas (ESTAER).
5. La formación técnica para incorporarse a las diferentes escalas de oficiales de los Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas, así como la formación militar general y específica que complete la que se reciba en las Academias o Escuela del punto 1, se impartirá en:
 - Academia Central de Defensa, en Carabanchel, Madrid.

El decreto vuelve a declarar que se promoverá la colaboración con universidades y centros educativos que proporcionen titulaciones del sistema educativo general, en especial con aquellas universidades a las que estén adscritos los Centros Universitarios de la Defensa y con la Universidad Nacional de Educación a Distancia para facilitar los accesos a las escalas de oficiales.

En estas formas de colaboración en las enseñanzas se pretende que la mayoría de los profesores de los Centros Universitarios de la Defensa sean civiles, bien de la Universidad a que están adscritos o contratados para estos fines con la venia docente de la Universidad. Como podría haber dificultades en la puesta en marcha de los centros, el decreto declara de interés público el que los catedráticos y profesores titulares de las universidades públicas españolas puedan desarrollar también su actividad docente en los centros universitarios de la defensa no aplicando las normas de incompatibilidades del personal al servicio de las administraciones públicas.

ENSEÑANZA DE FORMACIÓN. Acceso a los CDMF

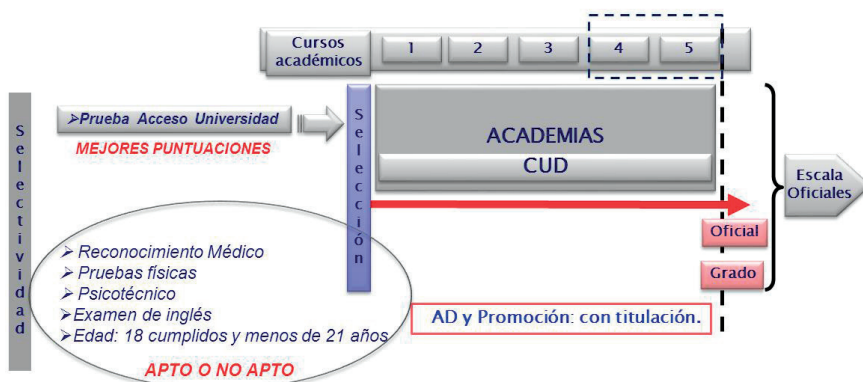


Figura 2. Itinerarios formativos. (Fuente: Ministerio de Defensa).

Con el desarrollo del Real Decreto de 15 de enero de 2010 se pone en marcha el proceso del nuevo modelo de enseñanza militar que, en lo referente a la formación de oficiales queda esquematizado en el siguiente cuadro:

Quedaba por establecer los planes de estudios de formación de oficiales para los cuerpos generales y de infantería de marina en lo relativo a la formación militar general, específica y de especialidad fundamental del Cuerpo General del Ejército de Tierra, del Cuerpo General de la Armada, del Cuerpo de Infantería de Marina y del Cuerpo General del Ejército del Aire lo cual se lleva a cabo mediante las órdenes ministeriales DEF/1158/2010, de 3 de mayo, de directrices generales de los planes de estudio de la formación

militar general, específica y técnica para el acceso a las diferentes escalas de oficiales de los diferentes cuerpos y las órdenes ministeriales 51,52 y 53/2010, de 30 de julio, por las que se aprueban los planes concretos de cada uno de los cuerpos antes mencionados. En estos planes quedan también definidas las llamadas asignaturas duales, es decir aquellas que forman parte de la formación militar específica y del grado universitario, sin que quede claro si su desarrollo es competencia del CUD o del CMFD. A estos planes de estudios hay que añadir los correspondientes a los grados universitarios que comprenden, como ya se indicó, 240 ECTS.

¿Cuáles eran las pretendidas ventajas del nuevo sistema de enseñanza de formación así diseñado? La primera y principal era que se lograba por fin la plena integración en el sistema educativo general de enseñanza obteniendo un título de grado universitario otorgado por una universidad civil y un título de oficial de las Fuerzas Armadas. Es decir, se pasaba del antiguo sistema de equivalencia al de identidad. Se pretendía también hacer un modelo de enseñanza más atractivo de modo que la demanda de estudiantes a la carrera militar aumentase y se diversificase, lo cual ocurrió pues al atractivo de los dos títulos se unía la gratuidad de la enseñanza en régimen de internado y la percepción de un sueldo desde el momento del ingreso. Esto hizo que las «notas de corte» para ingresar en las academias fueran altas, lo que guarda una cierta relación con la calidad de los estudiantes. Otra ventaja se derivaba de seguir el esquema de Bolonia de estructura del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, uno de cuyos objetivos era disminuir la edad de entrada de los jóvenes en el mercado laboral. Con el sistema anterior resultante de la reforma del año 1989, en el mejor de los casos se alcanzaba el primer empleo de oficial a los 25 años mientras que ahora se puede alcanzar a los 23 años, junto con el grado universitario para el caso de los Cuerpos Generales y de Infantería de Marina. En el caso de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos la situación era aún peor pues a la larga duración de los estudios en las ingenierías civiles había que sumar dos años de formación militar, es decir que, en el mejor de los casos, se obtenía el empleo de oficial del Cuerpo después de 8 años. Con el nuevo sistema puede obtenerse en 6 años. Se pretendía, por último, facilitar la movilidad social entre la profesión militar y la civil.

¿Cómo quedaba la colaboración en el campo de la enseñanza entre el mundo militar y el mundo civil con este nuevo esquema? Ya hemos visto que en el campo de la formación pregraduada la colaboración era prácticamente inexistente y que ésta se producía preferentemente en la formación continua postgraduada. Con la nueva situación puede, en principio, considerarse que la colaboración es fuerte ya que hay unos convenios de adscripción y colaboración con universidades civiles y la mitad de la formación es impartida por profesores civiles de dichas universidades. Desde el punto de vista de las enseñanzas de tecnologías parece que la colaboración se incrementa ya que los grados elegidos son del área de las ingenierías.

Sin embargo, sobre todo en las primeras fases de implantación de las carreras, surgieron dificultades, derivadas de la sensación de que la colaboración era meramente nominal o administrativa y que cada centro iba por su camino como si hubiera dos planes de estudios superpuestos con objetivos y direcciones independientes lo cual originaba problemas internos, también derivados de la dureza del plan de estudios y de la importancia y prioridad que cada director del centro, CUD o CDFM, otorgaba a su misión y competencia. Simplificando un poco, se podía hablar de direcciones duales, de planes de estudios duales y de asignaturas duales, lo cual dificultaba la colaboración, dando la impresión de que se había conseguido por un procedimiento ingenioso y complejo que los oficiales de las Fuerzas Armadas tuvieran un título civil con plenas competencias, situación, esta, largamente deseada por el estamento militar.

Las dificultades surgidas durante el desarrollo de las enseñanzas a partir de octubre de 2010 fueron corrigiéndose en los años sucesivos, dando más autoridad en las misiones de coordinación al director de la Academia que debe ser también partícipe de la actividad del CUD, el cual se encuadra en la estructura de la Academia. Por otra parte, se modifican los planes de estudio y su distribución de manera que se considere un único plan de estudios integrado evitando la sensación de que había dos planes de estudios superpuestos. Estos problemas se reconocen explícitamente en el preámbulo del Real Decreto 339/2015, de 30 de abril, por el que se ordenan las enseñanzas de perfeccionamiento y de Altos Estudios de la Defensa Nacional, que posteriormente se analizará. Asimismo, en la disposición adicional primera del Real Decreto mencionado se modifican varios aspectos importantes del Real Decreto de enero de 2010, que establecía la ordenación de las enseñanzas de formación. Basta leer la Orden DEF/810/2015, de 4 de mayo, que desarrolla la disposición adicional para comprender la intención de modificar las relaciones entre los CUD y los CDFM, los planes de estudios y la concepción integrada y no dual de las enseñanzas de formación. Por su interés se transcribe un párrafo de la citada orden:

«La experiencia acumulada en los cuatro años que lleva implantado el nuevo modelo en la enseñanza de formación, ha puesto de manifiesto que el concepto de la doble titulación, en base a las asignaturas duales, introducido por el Real Decreto 35/2010, de 15 de enero, genera dudas en el alumno, por lo que se pretende eliminarlo e integrar en un único currículo, los planes de estudio correspondientes a la formación militar general, específica y de especialidad fundamental y, en su caso, técnica, y a la formación *correspondiente para un título de grado universitario del sistema educativo general, tal como establece el artículo 64 de la Ley 39/2007, de 19 de noviembre*».

Estos planes de estudios integrados para la formación de oficiales de los Cuerpos Generales de los Ejércitos de Tierra, del Aire, de la Armada y de Infantería de Marina han sido publicados en sendas órdenes ministeriales publicadas en el BOE de 7 de marzo de 2016 para las modalidades de ingreso

sin titulación previa, es decir, el procedimiento habitual en los CUD. Sin duda, se ha avanzado bastante en claridad y concreción respecto a la situación en el año 2010. El lector interesado puede estudiar estos planes de estudio en las órdenes que quedan reseñadas en el Anexo I.

Asimismo, en sucesivas órdenes ministeriales publicadas el 7 de agosto de 2015 y el 5 de marzo de 2016, se desarrollan los planes de estudios y currículos de la integración en los Cuerpos Generales anteriores mediante la forma de ingreso con titulación previa, titulaciones que se determinan y actualizan a medida que se va actualizando el registro de títulos del Ministerio de Educación. Como ejemplo de esta determinación para cada cuerpo y escala de oficiales puede consultarse la Orden DEF/383, de 21 de mayo de 2014.

Completada la primera fase de las enseñanzas de formación de oficiales y con las primeras promociones de graduados y tenientes a punto de recibir sus títulos y despachos, había que completar el resto de fases de la formación posgraduada, que se analiza a continuación.

La formación de posgrado

La nueva estructura del Espacio Europeo de Educación Superior, consecuencia de la declaración de Bolonia, a la cual se adaptarán las enseñanzas de las Fuerzas Armadas, lleva a que, al menos en España, se modifiquen las denominaciones y secuencias cíclicas de las titulaciones universitarias. A las denominaciones habituales de Diplomado, Ingeniero Técnico y Arquitecto Técnico, de primer ciclo y tres años nominales de duración; Licenciado, Ingeniero y Arquitecto, de ciclo completo y cinco años nominales de duración; y Doctorado, les sucede la secuencia Grado, Master y Doctorado. Hasta entonces, las enseñanzas de posgrado tipo master, especialización y formación continua no estaban reguladas estatalmente y las universidades desarrollaban este tipo de formación según sus propias reglas y estableciendo lo que se denominaban «títulos propios». Este tipo de enseñanza sigue existiendo pero ya se ha introducido el título de Master como oficial lo cual ha producido un cambio importante en el sistema universitario de enseñanza de posgrado, que era, como ya se ha señalado en alguna ocasión, donde tenía lugar preferentemente la colaboración entre los ámbitos militar y civil en las enseñanzas en general y de tecnologías, en especial.

En la Ley de la Carrera Militar quedaron definidos los tres niveles de enseñanzas: Formación, Perfeccionamiento y Altos Estudios Militares. Desarrollado el primero de ellos quedaban por desarrollar los dos siguientes para seguir adaptando las enseñanzas militares a las del sistema universitario general. Aunque con denominaciones diferentes, que responden a criterios históricos, las enseñanzas de perfeccionamiento y Altos Estudios Militares se corresponden con lo que en el sistema general se denominan enseñanzas de posgrado, que comprenden, como ya se señaló, los estudios oficiales de

Master y Doctorado y toda la panoplia de formación continua propia de las universidades: actualización, especialización y másteres propios.

El desarrollo de esta segunda fase se aborda en el Real Decreto 339/2015, de 30 de abril, por el que se ordenan las enseñanzas de perfeccionamiento y Altos Estudios de la Defensa Nacional.

Por una parte, el decreto fija el ámbito de competencias, facultades y organización de estas enseñanzas, reforzando el papel de los órganos centrales del Ministerio de Defensa aunque también tienen autoridad y competencia los Cuarteles Generales de los Ejércitos y de la Armada, lo cual demuestra que ha sido necesario llegar a un equilibrio entre la centralización y la diversificación. Hay que considerar que era en las enseñanzas de especialización, las de perfeccionamiento y la de Altos Estudios donde mayor dispersión había entre los numerosos centros del Ministerio de Defensa que impartían enseñanzas y las colaboraciones y los convenios con centros universitarios u otras instituciones civiles. El decreto define y acota los conceptos relacionados con estas enseñanzas: tipos de cursos, títulos, diplomas, currículo, centros, etc., tratando de poner un poco de orden en una situación bastante compleja y dispersa como se señaló anteriormente.

Siguiendo el proceso de integración en el sistema educativo general estos niveles de enseñanzas tratan de diseñar la formación para el desarrollo de trayectorias profesionales para los miembros de las Fuerzas Armadas distinguiendo las que puedan ser de carácter meramente operativo para la adquisición de nuevas capacidades y por tanto más de tipo militar y también, en una segunda fase, otras enseñanzas más abiertas para especialización y actualización.

La enseñanza de perfeccionamiento, tal como establece el artículo 12 del R. D., tiene como finalidad la de preparar al militar profesional para la obtención de especialidades, tanto las que complementan la formación inicial en el campo de especialidad fundamental que viene ejerciendo como las que permiten adaptar o reorientar su perfil profesional para cumplir tareas en otros campos de actividad, y la de actualizar o ampliar los conocimientos para el desempeño de sus cometidos. Incluirá títulos del sistema educativo general y militar.

¿Cómo será la colaboración con universidades y otras instituciones civiles en este nivel de enseñanza? Recordemos que hasta el momento presente la colaboración con universidades en estudios de especialización de posgrado ha sido bastante importante, sobre todo en el sector de las tecnologías. Este R. D., **alterará sin duda la situación y aunque sea pronto para establecer conclusiones, la mayor centralización, la tendencia a la reducción y, sobre todo, la existencia de los CUD, así como el cambio de reglamentación de los estudios de posgrado en el sistema educativo general producida a partir del 2007 con la existencia de los másteres universitarios oficiales y los másteres propios, necesariamente llevará a un cambio de la situación.**

El R. D., distingue entre cursos específicos de carácter netamente militar que deriven de la preparación de la fuerza para su empleo en operaciones o de necesidades organizativas propias de cada ejército o especialidades muy definidas que se desarrollan en las Fuerzas Armadas o las propias del Ministerio de Defensa. Es decir, cursos de naturaleza militar no cubiertos por las ofertas de posgrado de centros universitarios. Parece lógico y conveniente que tales enseñanzas se desarrollen en los centros docentes y escuelas del Ministerio de Defensa, aunque el R. D., no haga alusión a los centros concretos que se desarrollará posteriormente mediante orden ministerial, tal como señala el artículo 13.3 del R. D. **Las enseñanzas oficiales de posgrado que no tengan carácter estrictamente militar se llevarán a cabo preferentemente a través del sistema de los CUD y del CESEDEN, así como mediante el establecimiento de colaboraciones con universidades y otras corporaciones públicas y privadas, tal como se establece en el artículo 5.3 del R. D.**

Ciertamente, el decreto deja abierta la puerta a la colaboración pero también deja claro la preferencia a los centros propios de Ministerio de Defensa, asunto en el que se insiste en el artículo 10 del R. D., que declara que «la colaboración con instituciones y centros educativos a que se refiere el artículo 55 de la Ley de la carrera militar se efectuará de manera preferente a través de los centros universitarios de la defensa **y de los centros militares autorizados para impartir enseñanzas de formación profesional**».

En cuanto a las enseñanzas oficiales, cabe pensar en los másteres llamados habilitantes y que completan los correspondientes grados para obtener la titulación oficial de la ingeniería o licenciatura correspondiente. Dado que en los CUD se imparten los grados de Ingeniería en Organización Industrial y en Ingeniería Mecánica cabe pensar que en estos centros puedan impartirse los másteres habilitantes dado que una de las motivaciones para la ley de la carrera militar era que los oficiales pudieran en su momento pasar a ejercer las profesiones civiles correspondientes. En estos casos, parece lógico que la colaboración se establezca dentro del convenio que los CUD tienen con las universidades donde están alojados dichos centros, aunque podría establecerse una colaboración con otras universidades si se considerase más conveniente.

Queda abierto un campo para las enseñanzas de perfeccionamiento que tiene que ver con los másteres oficiales no habilitantes o con la amplia oferta de programas de posgrado que ofrecen las universidades. Es aquí donde la colaboración ha funcionado razonablemente bien hasta ahora y debiera seguir estas líneas, si bien las necesidades, o dicho de otro modo, la demanda así como las condiciones deben proceder del Ministerio de Defensa que incluso debería establecer programas a la medida convenidos con las universidades. Así lo declara el artículo 5.1 del R. D., que establece «que solo se impartirán cursos que respondan a una necesidad de la organización o a intereses de la defensa nacional». Existe el riesgo de que en un país de fuertes corporativismos, militares y civiles, la estructura de

centros docentes del Ministerio de Defensa quiera hacerlo todo, lo cual a mi juicio sería un error, por desaprovechar una amplia experiencia y oferta de formación de posgrado y además podría implicar un aumento de gasto, aunque el R. D., señale en su disposición adicional tercera que las actuaciones derivadas del mismo no podrán suponer un aumento de costes de personal.

El Real Decreto dedica el capítulo III a los «Altos Estudios de la Defensa Nacional», estableciendo los tipos de formación y los procedimientos organizativos y competencias. Se establecen tres tipos de cursos: altos estudios de la defensa nacional, tanto de naturaleza conjunta como estrictamente militares; actualización para el desempeño de los cometidos de oficial general; y obtención del diploma de estado mayor. Nada se dice de la colaboración. Lógicamente, en los de tipo conjunto es posible y deseable la colaboración e incluso se piensa en diseñar estos cursos de acuerdo con las normas de la enseñanza del sistema educativo general. Solo en el caso de los cursos para oficiales generales se señala de manera expresa que el centro donde se impartirán estas enseñanzas será la Escuela Superior de las Fuerzas Armadas y en estos y en los otros cursos no hay ninguna alusión al CESEDEN, salvo en determinados aspectos de los procedimientos en los que se requiere el parecer del director de dicho centro.

Resumen y conclusiones

Los cambios en los sistemas de enseñanzas siempre han sido difíciles y complejos especialmente en aquellas que están muy ligadas a las profesiones. Este hecho es particularmente notable en las enseñanzas del ámbito de las tecnologías que son fundamentalmente las ingenierías tanto las civiles como las del mundo militar. Recordemos que las ingenierías civiles proceden en gran medida de las ingenierías militares y aún conservan fuertes dosis de corporativismo y poder colegial.

Los cambios en los sistema de enseñanzas militares realizados en la segunda mitad del siglo xx y la primera década del presente siglo han estado siempre muy ligados a la profesión y a la carrera militar por lo que a las dificultades propias de cualquier cambio hay que sumar las corporativas, a las que hay que añadir las derivadas de una tradición de varios ministerios militares cada uno con sus capacidades de ordenación y desarrollo de las enseñanzas propias. De aquí que los sucesivos gobiernos constitucionales hayan reconocido la dificultad y procedido con prudencia en los plazos y cambios para la reforma que era imperativa y necesaria después de la aprobación de la Constitución Española.

Uno de los objetivos que se han mantenido a lo largo del proceso de reformas ha sido el de homologar las enseñanzas militares a las del sistema general civil lo cual se fue consiguiendo poco a poco y en distintos grados.

Así, en las sucesivas modificaciones de las enseñanzas técnicas de los años 1957, 1964 y 1983 ya hubo movimientos de reformas de las normas y planes de estudios de las enseñanzas militares para ir adecuando estas a las civiles y de hecho ya se reconocía la equivalencia de la enseñanza de oficiales de los cuerpos generales de los ejércitos a las titulaciones superiores del sistema civil, es decir, licenciado, ingeniero o arquitecto, y las facultades de las escuelas de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos para expedir títulos de ingenieros, incluidos los de Doctor, dentro del campo de las ingeniería civiles.

De todos modos, la gran reforma que ha supuesto un cambio sustancial e importante fue la derivada de la Ley de la Carrera Militar del año 2007 y que, casi una década después, sigue en proceso de remodelación y desarrollo. La intención declarada para proceder a este cambio viene de la mano de la conocida como «Declaración de Bolonia» firmada por la mayoría de los países europeos en junio de 1999 y que pretendía constituir un nuevo «Espacio Europeo de Enseñanza Superior» con unas características expuestas en el capítulo y que podían afectar de manera importante a las estructuras y ordenación de las enseñanzas universitarias en España y, por extensión, a las enseñanzas superiores del ámbito militar dada la tendencia de estas últimas a la integración en el sistema general de enseñanza superior.

Entre los objetivos señalados por el gobierno en la Ley de la Carrera Militar, además del ya señalado de la integración en el sistema general de enseñanza y la adecuación a los enunciados de la Declaración de Bolonia estaban: hacer la carrera militar más atractiva; aumentar la demanda de los estudios por los ciudadanos jóvenes; y facilitar la movilidad social y militar. Además, estaban también implícitas las ya enunciadas en leyes anteriores de reestructurar la compleja y extensa maraña de enseñanzas, centros y especialidades de las Fuerzas Armadas dando más competencias a los órganos centrales del Ministerio de Defensa en la ordenación, gestión y desarrollo reglamentario de dichas enseñanzas.

¿Existían otros motivos, de naturaleza más ideológica y política, en la reforma del 2007? Es posible, pues la ley fue muy controvertida dentro de propio ámbito militar, pero estos posibles motivos pertenecen al ámbito de lo subjetivo y no deben afectar al objeto del presente capítulo.

La solución encontrada para el logro de los objetivos fue establecer un procedimiento de formación doble: un título de grado universitario oficial del nuevo sistema general derivado de Bolonia más una formación militar que junto con el grado conduciría a la obtención del empleo de oficial de las Fuerzas Armadas, de teniente o alférez de navío. En realidad, era una adaptación del modelo que ya se venía utilizando en las universidades públicas y privadas y algunos centros adscritos de lo que se denominaba una doble titulación, es decir que en enseñanzas que compartían una parte de los planes de estudios se sumaban otras asignaturas complementarias y se obtenía, por ejemplo,

una licenciatura en Economía y una licenciatura en Derecho o un título de Ingeniero en Informática y una Licenciatura en Matemáticas. Cuando el centro no era de una universidad era necesario tener un convenio de adscripción con una universidad para poder impartir y estar oficialmente reconocida las enseñanzas. En el caso que nos ocupa, el Ministerio de Defensa tenía una larga tradición y estructura de centros de enseñanza reconocidos a nivel de equivalencia y en la formación de oficiales estaban incluidas enseñanzas de titulaciones civiles por lo cual la solución fue la creación de los Centros Universitarios de la Defensa donde se impartían los grados universitarios. Centros que estaban incluidos en las Academias Generales donde a la vez se completaba la formación militar. El grado universitario era aprobado por la universidad y de acuerdo con los procedimientos generales derivados de las leyes educativas generales y la formación militar por el propio Ministerio de Defensa. El grado universitario tenía 240 ECTS (European Credit Transference System) más otros 140 de la formación militar que en un periodo estimado de 5 cursos anuales completaban los dos «títulos»: el civil y el militar.

¿Cuáles serían los títulos civiles a impartir? Para el grueso de las Fuerzas Armadas, es decir los Cuerpos Generales, se eligieron los grados de Ingeniería de Organización Industrial para el Ejército de Tierra y el Ejército del Aire y el grado de Ingeniería Mecánica para la Armada, aparte de otros grados para los Cuerpos Comunes o Intendencia que no son el caso en este análisis. ¿Fue esta elección adecuada? Probablemente, se eligieron grados en las áreas tecnológicas por la tradición de enseñanzas con fuerte base físico-matemática de los ejércitos y por la importancia de la tecnología en los modernos sistemas de armas. Dentro de los grados de las ingenierías, la de Organización Industrial es la más horizontal y versátil de todas y puede estar más relacionada con las enseñanzas tradicionales de los ejércitos. ¿Por qué no se creó un grado ad hoc como se hizo más tarde con la Ingeniería de Seguridad para el caso de la Guardia Civil? ¿Por qué no se eligió un grado de la Ingeniería Naval y de la Ingeniería Aeronáutica para la Armada y el Ejército del Aire? Sería recomendable que se pensara nuevamente en los grados más adecuados.

El desarrollo inicial de los planes de estudio en el periodo 2010-2015 estuvo marcado por algunas tensiones derivadas de lo novedoso del modelo dual de enseñanzas y la falta de la adecuada coordinación y distribución de funciones entre las autoridades militares de las Academias y Escuela y los directores de los Centros Universitarios de la Defensa, conflictos que fueron resolviéndose poco a poco con modificaciones de los planes de estudio hacia sistemas menos duales y más integrados y mejor coordinación entre las partes. Basta repasar la abundante legislación y reglamentación que se fue produciendo en el periodo mencionado para comprender mejor la dificultad del proceso y la adecuación basada en la experiencia.

En los aspectos en que el nuevo sistema de enseñanza superior de oficiales parece haber tenido éxito es en la motivación de los alumnos, en la calidad

de los ingresados y en el aumento de la demanda, aspectos que figuraban como objetivos de la reforma. Es evidente que, además de la doble titulación, el hecho de ser la enseñanza gratuita en régimen de internado y con un sueldo inicial, contribuye notablemente al aumento de la demanda, observable por la evolución de las notas de corte para el ingreso en los grados que son superiores a las necesarias en grados de otras ingenierías en las universidades públicas y privadas.

El nuevo sistema de enseñanza militar derivado de la Ley de la Carrera Militar del año 2007 se empezó a aplicar para las enseñanzas del nivel de **Formación** en el año 2010 habiendo obtenido los grados universitarios y los despachos de oficial en el año 2015. En este año se reglamentan los otros dos niveles de enseñanzas: **Perfeccionamiento y Altos Estudios de la Defensa**. Aún es pronto para ver los resultados en estos niveles en las áreas tecnológicas que son, como ya se señaló en el capítulo, los niveles en que tenía lugar la mayor colaboración entre las instituciones de Defensa y las enseñanzas en las Fuerzas Armadas y los profesores, departamentos y centros de las universidades públicas.

¿Cómo será en el futuro la colaboración entre la parte civil y la militar en las enseñanzas en el ámbito de las tecnologías? En los niveles de **Formación** más que colaboración conviene hablar de coordinación de tipo legal y administrativa entre los responsables de las universidades civiles y las autoridades militares. Como ya se ha señalado anteriormente es en los niveles de **Perfeccionamiento** donde cabe esperar una mayor colaboración. Las sucesivas leyes y decretos siempre recogen la colaboración con las universidades y centros de enseñanza civiles. Sin embargo, se advierte una clara tendencia a primar y encargar a los Centros Universitarios de la Defensa las enseñanzas de este nivel, no solo ni principalmente en temas exclusivos de formación militar, sino en cursos de especialización y posgrado en los que existe una gran diversidad, experiencia probada y colaboración en las universidades civiles.

Aún no se han publicado las órdenes ministeriales que desarrollan el decreto de las enseñanzas de perfeccionamiento y quedan problemas por resolver como la impartición de los másteres habilitantes o el reconocimiento profesional civil del grado en Organización Industrial. El desarrollo de la carrera militar a partir del primer empleo de teniente o alférez de navío puede dificultar las enseñanzas de perfeccionamiento no estrictamente militares. Este y otros asuntos se irán estableciendo a medida que se desarrolle el sistema, como ocurrió con las reformas en los niveles de Formación.

Es deseable que los CUD vayan consolidándose y adquiriendo experiencia y calidad pero sin cerrarse al resto de universidades. Desaprovechar la riqueza existente en el mundo civil no es aconsejable y supondría, además, doblar los recursos económicos en épocas de restricciones y disminuir la llamada «Cultura de Defensa» cuando, afortunadamente, se ha conseguido

que la mayor parte del estamento universitario no tenga ningún problema en colaborar con las Fuerzas Armadas. Debe quedar claro que las necesidades concretas de cursos de especialidades y de posgrados propios u oficiales debe fijarlas el Ministerio de Defensa y convenir con las universidades en todos aquellos casos en que las propias capacidades no sean suficientes, sin ampliar recursos que ya existen. Las leyes y decretos dejan puertas abiertas a la colaboración en las enseñanzas. Dependerá de quienes tienen que ordenarlas en la práctica diaria que la colaboración aumente, se mantenga o disminuya. Aunque todavía es pronto para hacer un diagnóstico se observa una cierta tendencia de los CUD a cerrarse y a aumentar competencias que, incluso, en el Ministerio de Defensa estaban en otras dependencias.

En cuanto a la labor del CESEDEN en las cátedras conjuntas con universidades y las labores de difusión y colaboración es deseable que continúen e incluso que aumenten pues los resultados han sido bastante buenos.

ANEXO I. Legislación relativa al proceso de reforma de las enseñanzas militares

7 de marzo de 2016. Órdenes DEF/286/287/288/2016, de 23 de febrero, de aprobación de los currículos de la enseñanza de formación de oficiales para la integración en los Cuerpos Generales del Ejército de Tierra, del Ejército del Aire y de la Armada e Infantería de Marina mediante las formas de ingreso sin titulación previa.

5 de marzo de 2016. Orden DEF/284/2016, de 23 de febrero, de aprobación de los currículos de la Enseñanza de Formación de Oficiales para la integración o adscripción al Cuerpo General del Ejército del Aire mediante las formas de ingreso con titulación.

17 de diciembre de 2015. Orden DEF/2725/2015, de 18 de noviembre, de aprobación de los currículos de la enseñanza de formación de oficiales para la incorporación a la Escala de Oficiales y a la Escala Técnica de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

4 de diciembre de 2015. Orden DEF/2589/2015, de 18 de noviembre, de aprobación de los currículos de la enseñanza militar de formación de oficiales para la incorporación a la Escala de Oficiales y a la Escala Técnica de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire.

7 de agosto de 2015. Órdenes DEF/1663/1664/1665/2015, de 29 de julio de aprobación de los currículos de la enseñanza de formación de oficiales para la integración o adscripción en los Cuerpos Generales del Ejército de Tierra, de la Armada e infantería de Marina y de Intendencia mediante la forma de ingreso con titulación previa.

5 de mayo de 2015. Orden DEF/810/2015, de 4 de mayo. Directrices generales de enseñanzas de formación para oficiales de los cuerpos de las Fuerzas Armadas.

1 de mayo de 2015. Real Decreto 339/2015, de 30 de abril, de ordenación de las enseñanzas de perfeccionamiento y de Altos Estudios de la Defensa Nacional.

3 de febrero de 2015. Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifican anteriores decretos sobre la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y se regulan las enseñanzas de doctorado.

29 de noviembre de 2014. Ley 29/2014, de 28 de noviembre, de Régimen del Personal de la Guardia Civil.

24 de julio de 2014. Orden Ministerial 42/2014, de 17 de julio, de aprobación de planes de estudio de enseñanza de formación de oficiales para el Cuerpo General del Ejército de Tierra mediante las formas de ingreso sin titulación.

27 de mayo de 2014. Orden DEF/853/2014, de 21 de mayo, por la que se modifica la Orden DEF/1097/2012, de 24 de mayo, por la que se determinan las titulaciones requeridas para ingresar en los centros docentes militares de formación para acceso a las diferentes escalas de oficiales y suboficiales de las Fuerzas Armadas.

4 de junio de 2014. Real Decreto 378/2014, de 30 de mayo, de modificación del reglamento de la enseñanza de formación del año 2010.

27 de marzo de 2014. Resolución 400/380/2014, de 13 de marzo, condiciones para los estudios de Máster que habilite para la profesión de Ingeniero de Armas Navales.

2 de septiembre de 2013. Real Decreto 634/2013, de 2 de agosto, por el que se aprueban las directrices generales de los planes de estudios de la enseñanza de formación para la incorporación a la Escala Superior de Oficiales del Cuerpo de la Guardia Civil.

11 de mayo de 2013. Real Decreto 332/2013, de 10 de mayo, provisión de plazas para las enseñanzas de los Cuerpos Generales, Comunes y Guardia Civil.

9 de mayo de 2013. Orden DEF/778/2013, de 29 de abril, por la que se modifican aspectos del ingreso en centros docentes militares y planes de estudios.

31 de julio de 2012. Real Decreto 1141/2012, de 27 de julio, que modifica el R. D., de 2010 sobre el reglamento de la enseñanza de formación en las FAS.

9 de julio de 2012. Orden DEF/1486/2012, de 4 de julio, de modificación de las directrices generales de los planes de estudio de la formación militar para oficiales.

22 de noviembre de 2011. Orden 4682/2011, de 25 de octubre, por la que se autoriza la adscripción mediante convenio del Centro Universitario de la Guardia Civil a la Universidad Carlos III de Madrid.

11 de agosto de 2010. Órdenes Ministeriales 51/2010, 52/2010 y 53/2010, de 30 de julio, de aprobación de los planes de estudio de formación de oficiales del Cuerpo General del Ejército de Tierra, del Cuerpo General de la Armada y del Cuerpo de Infantería de Marina y del Cuerpo General del Ejército del Aire.

7 de mayo de 2010. Orden DEF/1158/2010, de 3 de mayo, de directrices generales de planes de estudios de la formación militar general, específica y técnica para el acceso a las diferentes escalas de oficiales.

8 de febrero de 2010. Resoluciones del Ministerio de Defensa en las que se publican los convenios de adscripción de los CUD de la Academia General Militar de Zaragoza, de la Escuela Naval Militar de Marín y de la Academia del Ejército del Aire de San Javier a las universidades de Zaragoza, de Vigo y Politécnica de Cartagena respectivamente.

16 de enero de 2010. Real Decreto 35/2010, de 15 de enero, del Reglamento de ingreso y promoción y de ordenación de la enseñanza de formación en las Fuerzas Armadas.

19 de diciembre de 2009. Real Decreto 1959/2009, de 18 de diciembre, por el que se crea el Centro Universitario de la Guardia Civil en la Academia de Oficiales de la Guardia Civil en Aranjuez.

17 de noviembre de 2008. Real Decreto 1723/2008, de 24 de octubre, de creación del sistema de centros universitarios de la defensa (CUD).

20 de noviembre de 2007. Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la carrera militar.

28 de mayo de 2002. Real Decreto 434/2002, de 10 de mayo, sobre directrices generales de los planes de estudios de la enseñanza militar de formación para la incorporación a las Escalas Superior de Oficiales y de Suboficiales, de los Cuerpos de las Fuerzas Armadas.

21 de octubre de 2000. Real Decreto 1735/2000, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Ingreso y Promoción en las Fuerzas Armadas.

19 de mayo de 1999. Ley 17/1999, de 18 de mayo, de Régimen del Personal de las Fuerzas Armadas.

8 de mayo de 1990. Real Decreto 562/1990, de 4 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Ingreso en los Centros docentes militares de formación y de acceso a la condición de militar de empleo.

20 de julio de 1989. Ley 17/1989, de 19 de julio, reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional.

2 de enero de 1987. Real Decreto 17/1987, de 1 de enero, por el que se determina la Estructura Orgánica Básica del Ministerio de Defensa.

8 de noviembre de 1985. Real Decreto 2078/1985, de 6 de noviembre, por el que se fijan las condiciones y las pruebas a superar para el ingreso en la enseñanza militar.

8 de abril de 1968. Decreto 636/1968, de 21 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas.

29 de diciembre de 1966. Ley 97/1966, de 28 de diciembre, sobre clasificación de las enseñanzas militares.

10 de octubre de 1964. Decreto 3057/1964, de 24 de septiembre, para unificación de criterios sobre las condiciones de ingreso en la Academia General Militar, Escuela Naval Militar y Academia General del Aire. Decreto 3058/1964, de 23 de septiembre, por el que se constituyen como Escuelas Técnicas Superiores la Politécnica del Ejército y la de Ingenieros Navales y se establecen las condiciones para otorgar el título de Doctor a

los Ingenieros de Armamento y Construcción del Ejército y a los de Armas Navales.

1 de mayo de 1964. Ley 2/1964, de 30 de abril, sobre reordenación de las Enseñanzas Técnicas.

25 de enero de 1964. Decreto 69/1964, de 16 de enero, de directrices para la organización de la enseñanza militar, y Decreto 70/1964, de 16 de enero, por el que se crea el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional.

ANEXO II. Colaboraciones entre instituciones del Ministerio de Defensa y las universidades en enseñanza superior

A título de ejemplo se muestran algunos de los acuerdos de creación de Cátedras Ministerio de Defensa-Universidad, para la colaboración en cursos cortos, asignaturas de libre elección y optativas, seminarios y conferencias:

- Cátedra D. Juan de Borbón. CESEDEN-Universidad Complutense de Madrid. 1989.
- Cátedra Almirante Granizo. CESEDEN-Universidad de Salamanca. 2000.
- Cátedra Ingeniero General Antonio Ramón y Zarco del Valle. CESEDEN-Universidad Politécnica de Madrid. 1984.
- Cátedra Miguel de Cervantes de las Artes y las Letras. CESEDEN-Universidad de Zaragoza. 2000.
- Cátedra Francisco Villamarín, para actividades docentes, académicas e investigadoras en Seguridad y Defensa. CESEDEN-Universidad Rey Juan Carlos. Madrid 2000.
- Cátedra de Historia Naval. MDE (Armada)- Universidad de Murcia. 2010.
- Cátedra de Historia Naval. MDE (Armada)-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 2011.
- Cátedra Paz, Seguridad y Defensa. MDE-Universidad de Zaragoza. 2011.

Asimismo, se muestran convenios de colaboración para diferentes tareas de enseñanza:

- Convenio MDE (CESEDEN)- Universidad de Santiago de Compostela. 2011.
- Convenio de colaboración con la Universidad Complutense de Madrid para el desarrollo de diversas actividades relacionadas con la seguridad y la defensa. (Resolución 420/38163/2013, de 10 de diciembre, de la S.G.T del MDE (B.O.E. de 23 de diciembre de 2013). (Vía CESEDEN).
- Convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid sobre materias docentes y relacionadas con la seguridad y la defensa. (Resolución 420/38007/2014, de 9 de enero, de la S.G.T. del MDE. (B.O.E. de 17 de enero de 2014). (Vía CESEDEN).
- Convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Cartagena para la realización de prácticas externas para alumnos del CUD de San Javier en la Academia General Militar del Ejército del Aire. (Resolución 420/38083/2014, de 22 de julio de 2014, de la S.G.T. del MDE. (B.O.E. de 5 de agosto de 2014).
- Convenio de colaboración con la Universidad de Salamanca sobre materias docentes relacionadas con la seguridad y la defensa. (Resolución 420/38139/2014, de 7 de octubre, de la SGT del MDE. (B.O.E de 23 de octubre de 2014). (Vía CESEDEN).

- Convenio de colaboración con la Universidad Complutense de Madrid para el desarrollo de diversas actividades relacionadas con la seguridad y la defensa. (Resolución 420/38002/2015, de 12 de enero, de la SGT del MDE. (B.O.E de 22 de enero de 2015).
- Convenio de colaboración con la Universidad Complutense de Madrid para el desarrollo de las enseñanzas de posgrado relacionadas con los cursos que imparte la Escuela Superior de las Fuerzas Armadas (ES-FAS). (Resolución 420/38044/2015, de 9 de abril, de la SGT del MDE. (B.O.E de 13 de mayo de 2015).
- Convenio de colaboración con el Instituto de Fusión Nuclear para el desarrollo de la actividad de investigación, difusión y debate de la estrategia tecnológica de defensa en materia nuclear. (Resolución 420/38066/2015, de 16 de junio, de la SGT del MDE. (B.O.E de 29 de junio de 2015).
- Convenio específico de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid para el desarrollo de la Escuela Española de Ensayos en Vuelo y Aeronavegabilidad. (Resolución 420/3808/2015, de 16 de junio, de la SGT del MDE. (B.O.E de 29 de junio de 2015).

Notas explicativas:

Estos convenios reseñados lo son a título de ejemplo de las actividades de colaboración en enseñanzas de nivel superior. Es casi seguro que existen otras más que no están recogidas en el B.O.E. Las actividades comprendidas en los convenios son variadas y van desde la renovación de las cátedras, a cursos de posgrado, de grado, de realización de prácticas docentes, de seminarios de divulgación, de publicación de estudios y otras.

Capítulo tercero

Cooperación en la actividad investigadora, desarrollo tecnológico e innovación entre la universidad y las Fuerzas Armadas

Gonzalo León Serrano

«¿Qué puede hacerse en el gobierno, hoy y en el futuro para apoyar las actividades de investigación encargadas por organizaciones públicas y privadas?»

Vannevar Bush, 1944

«The important thing for governments is not to do things which individuals are already doing, and to do them a bit better or a little worse; but to do things which at the present are not done at all»

Keynes, 1926

Resumen

Este capítulo se centra en analizar los modelos e instrumentos existentes de cooperación en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el campo de la defensa y la seguridad entre universidades y fuerzas armadas.

La necesidad implícita de cooperación entre diversas entidades (públicas y privadas) a lo largo de la cadena de valor que conlleva la innovación abierta influye en todas las dimensiones del denominado «triángulo del conocimiento» (educación, investigación e innovación) que en una sociedad basada en el conocimiento están íntimamente ligadas.

La consolidación de este proceso de colaboración se basa en la necesidad de establecer un entorno de conocimiento y confianza mutua que no puede asentarse simplemente en aspectos contractuales finalistas, como se realiza habitualmente desde las FAS con la industria de Defensa, sino que debe adoptar la forma de un modelo de cooperación estratégica a largo plazo y no meramente oportunista puesto en marcha en determinados momentos.

Palabras clave

Innovación abierta, fuerzas armadas, universidad, investigación, innovación, defensa y seguridad.

Abstract

This chapter focuses in the analysis of the existing instruments and models of cooperation on research, technologic development and innovation in the area of defence and security between universities and armed forces.

The implicit need of cooperation among diverse entities (public and private) along the value chain associated to open innovation affects all the dimensions of the denominated «knowledge triangle» (education, research and innovation) that, in a society based on knowledge, are closely related.

The consolidation of this collaboration process is based on the necessity to establish an environment of knowledge and mutual trust, that can not only rely on finalist contractual aspects, as is usual between the armed forces and the defence industry, but must take the form of a long term strategic cooperation model and not merely an opportunistic one started up in specific moments.

Key words

Open innovation, armed forces, university, research, innovation, defence and security.

Objetivos

Durante las últimas dos décadas se ha acelerado el proceso de **transformación** de la forma en la que se genera y usa el conocimiento científico y tecnológico. Como ejemplo de ello se puede indicar:

- la creciente **complejidad de los sistemas tecnológicos** que reclama la sociedad para abordar los retos existentes en áreas como educación, sanidad, energía, transportes, seguridad, etc., que son abordados generalmente mediante la combinación de diversas tecnologías y disciplinas en enfoques interdisciplinares,
- la creciente presión para el acortamiento progresivo del ciclo de vida del desarrollo de productos y servicios debido a una **competencia globalizada** en la que la introducción rápida en el mercado supone una ventaja decisiva frente a los competidores,
- la rápida **obsolescencia tecnológica** acaecida en varias disciplinas que obliga a adoptar un proceso continuado de innovación (de proceso, producto y servicio) con el fin de mantener la competitividad en el contexto internacional.

La consecuencia combinada de los tres vectores señalados es una transformación sin precedentes de las bases del desarrollo de productos y servicios tecnológicos complejos. Para abordarlos eficientemente serán necesarios nuevos modelos de cooperación y colaboración entre entidades de todo tipo.

De forma generalizada, todas las entidades públicas y privadas del **sistema de innovación** de un país asumen (o están en vías de reconocerlo) que no poseen todos los conocimientos que se requieren para desarrollar por sí solas sistemas complejos y ser competitivos de forma sostenible a nivel internacional. Esta es la justificación del imparable movimiento hacia modelos de «innovación abierta», en contraposición a modelos de innovación cerrada, cuya expansión se ha acelerado en la última década ligada a la creación o potenciación de **ecosistemas abiertos innovadores**.

La necesidad implícita de cooperación entre diversas entidades (públicas y privadas) a lo largo de la cadena de valor que conlleva la adopción de un modelo de innovación abierta para conseguir grados de competitividad y eficiencia superiores a los habituales afecta a todos los sectores y actores implicados. También influye en todas las dimensiones del denominado «triángulo del conocimiento»; es decir, la consideración simultánea a las dimensiones de educación, investigación e innovación que en una **sociedad basada en el conocimiento** están íntimamente ligadas.

Aunque este capítulo 3 se centrará en la **cooperación en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el campo de la defensa y la seguridad**, el concepto de innovación abierta abarca y es aplicable también a la formación tecnológica de nivel superior (posgrado y doctorado de nivel universitario) y a la formación continua; muchas veces estos son elementos inseparables en

la concepción, desarrollo, maduración y despliegue de muchos grandes sistemas tecnológicos¹ de interés para las Fuerzas Armadas (FAS) que implican la formación y entrenamiento de operadores de los mismos.

Adicionalmente, y en el contexto de **defensa y seguridad** que nos ocupa en este capítulo, gran parte del desarrollo tecnológico avanzado se enmarca en el bien conocido paradigma de «tecnologías duales» en el que el campo de desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías se extiende tanto al terreno civil como al militar con independencia de cuál fue el origen de los mismos (tanto de sistemas civiles que se adaptan posteriormente a las necesidades militares y viceversa).

Este hecho no implica necesariamente que los productos o servicios tecnológicos finales generados sean ambivalentes, no lo son, sino que las bases tecnológicas y muchos de sus componentes básicos sí son válidos para su uso en aplicaciones civiles y militares. Con ello se proporciona a las entidades desarrolladoras o integradoras de sistemas un mercado potencial más amplio y mejores oportunidades de recuperar la inversión efectuada en el desarrollo de tecnologías avanzadas ante el fenómeno de rápida obsolescencia a la que se ha hecho mención anteriormente.

La figura 1 (UK, 2011), en una visión futurista (¿a diez años de hoy?)², muestra un ejemplo de integración de múltiples tecnologías de interés potencialmente válidas en ambos mundos (la figura 1 sugiere la integración en un mismo sistema de soluciones tecnológicas derivadas del campo de la robótica antropomórfica, visión artificial, internet de las cosas, comunicaciones móviles, procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje automático, sensores y detectores táctiles y ambientales, nuevos materiales, etc.) en los que las demandas civiles y militares se complementan e influyen mutuamente en su camino hacia el mercado³.

La importancia socioeconómica de esta dualidad ha sido, además, causa de su consideración estratégica para las FAS. Así, la **Estrategia española de**

¹ Hemos preferido emplear la denominación de «sistema tecnológico» que en muchos casos va más allá de un sistema de armas por complejo que este sea para incluir, asimismo, los instrumentos de acceso y apropiación del conocimiento tecnológico conexo a los mismos.

² Las técnicas de «technology foresight» permiten analizar escenarios en los que, en función del dominio tecnológico considerado, es posible analizar la evolución en 10, 20 o 30 años. Los «observatorios tecnológicos» suelen, sin embargo, abordar evoluciones en periodos más cortos en los que las técnicas de predicción son más sencillas de aplicar. En el campo de la Defensa véase el «Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM)». <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Presentacion/Paginas/SOPT.aspx>

³ El que la figura 1 sugiera una representación de un «soldado robotizado» o de un «asistente doméstico robotizado» depende del paradigma e información contextual con el que el lector lea esta información. Parecería que su única «arma» es una tableta evolucionada y ello no conlleva ninguna presunción de dominio civil o militar.

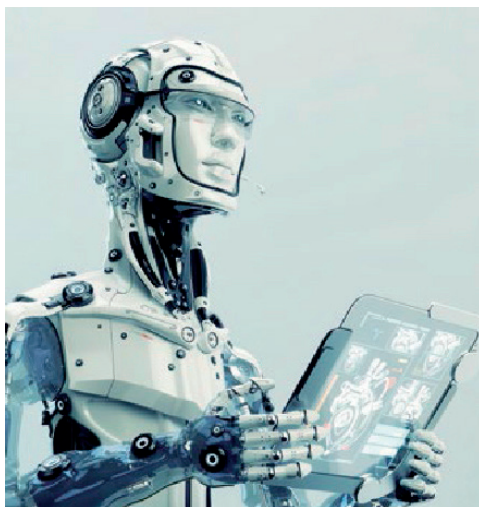


Figura 1. Robotización en las FAS (Fuente: Global Strategic Trends, UK).

Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID, 2010) indica en relación con las tecnologías duales su interacción y las oportunidades que surgen en relación con el desarrollo de la industria nacional:

«**Tecnologías desarrolladas en el ámbito de Defensa** (sensores electroópticos y RF de altas prestaciones, nuevos tejidos y materiales más resistentes y ligeros, detección a distancia de agentes químicos y biológicos, propulsión eléctrica, etc.) **han capacitado a la industria nacional** para abordar con éxito programas nacionales e internacionales de mayor envergadura dentro de un amplio abanico de sectores, como pueden ser el medioambiental (observación de la Tierra), aeronáutico, pesquero, telefonía móvil, automoción o TIC's».

La visión que se pretende abordar, sin embargo, en este capítulo es un poco más amplia que el mero enfoque industrial de ampliación de mercados potenciales. De hecho, son muchos y variados los actores que cooperan en el desarrollo científico y tecnológico propio del sector de la Defensa y la Seguridad en España; tanto públicos como privados, con sus propios objetivos, peculiaridades y comportamientos.

Desde el punto de vista del **sector público** se identifican las propias FAS y sus órganos técnicos en el Ministerio de Defensa (básicamente dependientes del INTA y de la Dirección General de Armamento y Material, DGAM, pero también las necesidades que surgen de las unidades operativas de las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado, como el mando conjunto de ciberdefensa (MCCD)⁴ o las diferentes unidades de mando y control de los ejércitos).

⁴ Véase para mayor detalle la página Web del «Mando Conjunto de Ciberdefensa» (Estado Mayor de la Defensa): <http://www.emad.mde.es/CIBERDEFENSA/novMCCD/index.html>

Específicamente en relación con las actividades de I+D deben destacarse los centros de investigación asociados al Ministerio de Defensa en el que las FAS cuentan con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) como organismo público de investigación (OPI) que ha integrado al Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM) y el Centro de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo (CEHIPAR); pero también realizan actividades de I+D en Defensa el resto de los organismos públicos de investigación (OPIs) de la Administración General del Estado (AGE) o de otras administraciones públicas autonómicas y, por supuesto, las **universidades** a las que se prestará especial atención en el resto del presente capítulo.

En el terreno de la cooperación de las FAS con **entidades privadas** destaca obviamente el **sector industrial de Defensa y Seguridad**⁵ constituido tanto por empresas (PYME y grandes empresas) como por centros tecnológicos de índole privado agrupados en la Federación Española de Centros Tecnológicos (FEDIT). Un porcentaje de ellas está ligada al desarrollo de sistemas de interés militar o al mantenimiento de los mismos que han sido especificados y demandados por las FAS como parte de los contratos de suministro o con posterioridad a los mismos.

La figura 2 representa esquemáticamente una visión del sector de Defensa y Seguridad en España con los actores principales representados por su «cercanía con el núcleo operativo de las FAS» (estructuras conceptualmente similares pueden encontrarse en otros países). Como se representa en la figura 2 se establecen interrelaciones entre los diferentes actores aunque la intensidad y frecuencia de las mismas cambia fuertemente (no representado en la figura) ligadas a la capacidad de los programas de adquisición que haya iniciado en cada momento el Ministerio de Defensa.

Debe tenerse en cuenta que la inmensa mayoría de los actores fuera de las FAS no realizan su actividad exclusivamente para las FAS. Tanto las empresas como las universidades o centros de investigación desarrollan líneas de actividad en el mercado civil o en la enseñanza que no tienen relación con la defensa y la seguridad; por este motivo, y por la dualidad tecnológica aludida anteriormente, el esquema de la figura 2 representa solo una visión parcial de la actividad diversificada de los principales actores⁶.

⁵ Debe tenerse presente que debido, fundamentalmente a ese carácter tecnológico dual mencionado previamente es difícil establecer una clasificación estricta de la industria. Salvo casos muy particulares, deberíamos referirnos a industrias que tienen actividad en el sector de la Defensa y la Seguridad, si bien ellas mismas desarrollan líneas de negocio en otros sectores diferentes con el fin de asegurar su viabilidad y crecimiento.

⁶ Esta diversificación ha sido crucial en el caso de la industria del sector de Defensa ante la disminución de los recursos puestos a su disposición durante los años de crisis en contratos de sistemas de armas. Ello obliga a todas las entidades a establecer regímenes diferentes de implantación aunque dentro de una estrategia integrada.

Esta consideración dual también ocurre en el caso del **INTA** que, a pesar de ser un OPI adscrito al Ministerio de Defensa, sus actividades de I+D e Innovación se realizan también en el marco civil participando en proyectos (nacionales y europeos) en áreas totalmente diferenciadas de las de Defensa y Seguridad, e incluso, poniendo sus instalaciones al servicio de pruebas y ensayos de la industria civil nacional o internacional.



Figura 2. Estructura del sector de I+D e innovación de Defensa (elaboración propia).

Todos los actores públicos mencionados cooperan estrechamente con la industria de Defensa y la de Seguridad (en la medida en la que la separación entre ambos términos se hace borrosa desde una perspectiva tecnológica) y supone la base del desarrollo «a medida» (es decir, bajo contrato de acuerdo a las especificaciones determinadas por las FAS) de nuevos sistemas de armas, de control y comunicaciones o de vigilancia en programas plurianuales. No obstante, el caso de que la actividad se realice en solitario por una empresa o con actores no universitarios a demanda de las FAS no se abordará en este capítulo al quedar fuera del ámbito del Cuaderno de Estrategia que se centra en la «Colaboración tecnológica entre las universidades y las FAS»⁷.

⁷ Obsérvese que se limita el campo de estudio a la «colaboración tecnológica» soslayando otras modalidades de cooperación real o potencial en ámbitos no tecnológicos como los ligados a la creación de una cultura de defensa o los aspectos legales, sociológicos, económicos o políticos en los que también pueden colaborar.

El objetivo del presente capítulo es profundizar en los objetivos, la experiencia y los instrumentos disponibles para la **cooperación en I+D e innovación entre el sistema universitario y las FAS** en España con el fin de extraer fortalezas y debilidades.

Presenta esta cooperación una característica básica y es el **carácter público de las entidades que intervienen**⁸; pero también existen dificultades derivadas de la marcada diferencia de misión y objetivos entre ambos tipos de entidades que explica el distanciamiento con la que se han observado en muchos periodos históricos en los que la colaboración efectiva ha sido inferior a la deseable.

Un elemento esencial que potencialmente dificulta esta cooperación estratégica aludida entre las universidades y las FAS es que **en la mayor parte de los casos la actividad de I+D que realiza la universidad no se realiza directamente entre esta y las FAS directamente sino que se encuentra mediada a través de la propia industria de Defensa**.

Es en muchos casos la industria de Defensa quien contrata con los grupos de investigación o centros de investigación universitarios el desarrollo de tecnologías o componentes (o subsistemas) exploratorios perfectamente definidos que posteriormente integra, en su caso, en sistemas complejos dentro de los contratos de provisión de sistemas de armas a las FAS que ha obtenido la industria en cuestión. Este tipo de cooperación directa de las universidades con la industria de Defensa (y Seguridad) en actividades de I+D se abordará en otro capítulo de este mismo cuaderno⁹.

Todo ello confiere a la **cooperación tecnológica entre las universidades y las FAS** la necesidad de establecer un **entorno sostenido de conocimiento y confianza mutua** que no debe asentarse simplemente en colaboraciones puntuales ligados a aspectos contractuales finalistas como se realiza habitualmente desde las FAS con la industria de Defensa a través de licitaciones públicas durante un periodo determinado sino que debe adoptar la forma de un **modelo de cooperación estratégica a largo plazo** y no meramente oportunista puesto en marcha en determinados momentos. Únicamente de ese modo será posible establecer un **partenariado fructífero público-público** en beneficio de la seguridad colectiva nacional.

⁸ Si bien es cierto que la existencia de universidades privadas abre la posibilidad de su interacción también en este contexto, no es utilizada en España y, previsiblemente, no lo será a corto plazo. Por ello, este capítulo se centrará en la cooperación con universidades públicas.

⁹ Se está produciendo un fenómeno de **borrosidad** entre las tecnologías relativas a la Defensa y la Seguridad. Un paso más de la dualidad desde un enfoque vertical y no simplemente habilitador. Ello tiene consecuencias sobre los **programas tecnológicos**: Programas de I+D de carácter militar intentan abordar problemas desde ambos ámbitos, y programas de I+D de carácter civil (incluso por los Tratados que los sustentan) incorporan aspectos de «seguridad» como una demanda social de poner la tecnología al servicio de la sociedad en su conjunto.

La cooperación aludida entre las FAS y las universidades no puede considerarse como un proceso colaborativo totalmente nuevo ni tampoco es específico de nuestro país. Se ha producido a lo largo del tiempo en todos los países avanzados acelerándose obviamente en periodos de confrontación bélica cuando se borra también la frontera institucional entre lo civil y lo militar enmarcándose todas las actuaciones en un esfuerzo de defensa colectivo; pero sí es cierto que ha tenido y tiene en España algunas connotaciones que ha conducido a niveles subóptimos por razones que se explicitarán más adelante.

El presente capítulo 3 de este *Cuaderno de Estrategia* (junto con el capítulo 4 que abordará el programa específico denominado COINCIDENTE¹⁰) describe el **contexto y la justificación de la cooperación directa de las FAS** (tanto con las unidades operativas como con los centros de I+D dependientes de las FAS) **con las universidades españolas** en actividades de I+D e innovación tecnológica, analizar el estado actual de este proceso de cooperación en I+D entre la universidad pública y las FAS en España, e identificar las principales barreras y oportunidades que permitan extraer lecciones y elaborar recomendaciones de actuación en el futuro que profundicen la relación actual.

Se incorporan también en este capítulo algunos ejemplos destacados de cooperación directa entre universidades y FAS en el ámbito nacional e internacional que son significativos para entender la evolución y las ventajas de la cooperación para ambas entidades representantes de diferentes modalidades de cooperación. No se pretende con ello ser exhaustivo sino presentar algunos casos concretos que faciliten la reflexión sobre sus logros, barreras y consecuencias.

Se ha incluido en este capítulo 3 la problemática de la cooperación en programas formativos de doctorado y la realización de tesis doctorales en temas de Defensa y Seguridad por su relación directa con la actividad investigadora y porque su implantación requiere un análisis diferenciado por los condicionantes de publicidad y defensa pública del trabajo realizado que conlleva. Finalmente, a partir de la experiencia acumulada se presentarán algunas recomendaciones para mejorar y profundizar la relación de la universidad y las FAS en el futuro en el marco de la formación doctoral.

Relevancia de la actividad de I+D e innovación para las FAS

Justificación

La relevancia creciente de la supremacía tecnológica para asegurar la competitividad de los ejércitos en todo tipo de conflicto bélico y como arma de disuasión para el aseguramiento de la paz es algo fuera de toda discusión.

¹⁰ COINCIDENTE: Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas.

Estamos asistiendo, una vez más en el devenir histórico¹¹, a una sustitución progresiva de los sistemas de armas que han marcado la segunda mitad del siglo xx (cierto es que a través de una mejora continua de prestaciones y capacidades) por una digitalización total del escenario bélico explotando el manejo creciente de grandes volúmenes de datos y comunicaciones avanzadas de banda ancha y, más recientemente, incrementando también el grado de automatización de los sistemas de armas y vehículos empleados (obsérvese la fortísima y rápida evolución del empleo de drones, vehículos automatizados, sensores y detectores, robótica de apoyo logístico, computación cognitiva, comunicaciones máquina-máquina, etc.) cuya penetración en las FAS no solo es creciente sino que provocará un **cambio sustancial en la propia concepción y desarrollo del conflicto bélico**.

Es cierto que el desarrollo de muchos de estos nuevos sistemas tecnológicos posee una base de «**tecnologías duales**» generadas inicialmente en muchos ámbitos de carácter civil que han servido de impulsores de este desarrollo para atender necesidades de las FAS mediante la necesaria adaptación de las soluciones (caso de los servicios internet o de comunicaciones móviles avanzadas con sistemas de cifrado específicos de la información); pero también es cierto que en otros casos han sido las demandas procedentes de las FAS quienes han motivado su desarrollo acelerado en el campo civil (como ejemplo, el desarrollo de los vehículos pilotados remotamente, RPAS, o el de los satélites de vigilancia ahora aplicados a la vigilancia medioambiental que constituyen ejemplos recientes en el que múltiples aplicaciones civiles se han beneficiado de ello).

Históricamente, la **supremacía tecnológica de las FAS** se generaba en el desarrollo de productos más avanzados de los que poseía un ejército (potencialmente) contrincante en un sistema predominantemente cerrado al interior de cada uno de los ejércitos nacionales (compensado parcialmente por la generación de nuevos sistemas concebidos y desarrollados en modelos de «geometría variable» entre fuerzas aliadas) con muy escasa participación de entidades externas y, mucho menos de universidades¹².

La figura 3 resume esquemáticamente esta doble vía de origen y desarrollo de nuevas aplicaciones de las tecnologías duales. Los círculos rojos señalan las áreas en las que el esfuerzo y la oportunidad son mayores.

¹¹ Han existido en la Historia de la Humanidad diversos momentos en los que la aceleración en el empleo de armas concretas ha conducido a la supremacía en el campo de batalla. No nos extenderemos en este punto pero pueden encontrarse múltiples ejemplos de esta aseveración desde el empleo de armas de hierro frente al bronce, el uso de carros de combate tirados por caballos, el empleo de arcos (y ballestas) con alcances muy superiores, el empleo de la pólvora, la artillería, el tanque, el avión de combate, el submarino, el uso de armas químicas o nucleares, las comunicaciones militares, etc.

¹² Esta supremacía tecnológica ha contribuido también al «mantenimiento de la paz» como se ha estudiado ampliamente en el caso de las armas nucleares durante la denominada «guerra fría».

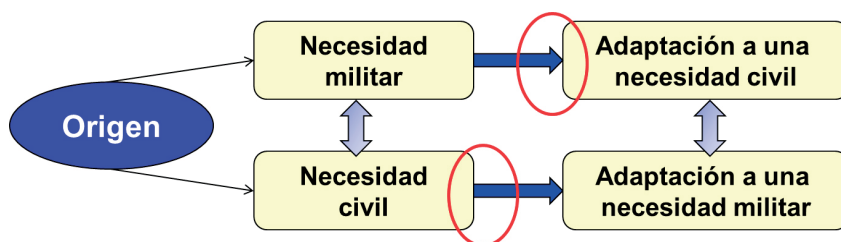


Figura 3. Tecnologías duales (elaboración propia).

En un **paradigma dual de desarrollo de sistemas de armas** la responsabilidad del desarrollo se «delega» en un conjunto de instituciones y empresas que no dependen (totalmente) de las Fuerzas Armadas. Como consecuencia de ello, aparece un conjunto de situaciones nuevas a las que debe hacerse frente y que no tenían esa relevancia en un paradigma de desarrollo exclusivamente interno:

- Científicos e ingenieros que nunca habían participado en actividades de investigación militar trabajan en **proyectos clasificados** en el amplio campo de «seguridad/defensa» que obliga a disponer de **acreditaciones de seguridad** (tanto personales como institucionales) en un volumen muy superior. Ello ha generado algunas reticencias en entidades alejadas en su misión y visión de las FAS como ha sucedido históricamente en las universidades¹³.
- Reconsideración del ámbito de aplicación de controles sobre la **transferencia de tecnologías «militares»** para cubrir un abanico cada vez más amplio de disciplinas científicas, campos tecnológicos, y actividades con posibles repercusiones para la seguridad nacional. La evolución del concepto de «*aplicación militar*» está incluso sometido a una revisión continua que hará más difícil establecer fronteras precisas en el futuro.

Las restricciones presupuestarias y la **necesidad de mantener la capacidad tecnológica frente a la obsolescencia relativa de sistemas de armas** han forzado el empleo de un modelo de desarrollo tecnológico impulsado exclusivamente desde contratos propuestos por las FAS en los plazos previstos por los mismos. Este modelo generaba un problema derivado: la limitación de realizar actividades de investigación a más largo plazo cuando no estaban enmarcadas (o se derivaban directamente) de la solución a problemas tecnológicos surgidos en una licitación o contrato determinado. Por otro lado, la competencia en la obtención de esos contratos deja a los contratistas sin margen presupuestario para desarrollar tecnologías sino

¹³ Aunque no se desea entrar en este capítulo en los aspectos ligados a la misión de las universidades públicas, parecería corresponder a las mismas como a cualquier otro órgano de las AAPP o financiados con fondos públicos la necesidad de poder contribuir a la defensa colectiva; esté indicado explícitamente o no dentro de los estatutos de las mismas.

únicamente para aplicar las preexistentes (con mayor o menor necesidad de adaptación). En términos de madurez tecnológica («*technology readiness level*», TRL) se centrarían en niveles de partida 5 o 6 muy alejados de los que se asumen ligados a prototipos.

Las posibilidades de exploración sobre tecnologías inmaduras quedaban prácticamente excluidas de este esquema. La anticipación a desarrollos tecnológicos futuros muy avanzados (orientados a lograr la supremacía en un determinado ámbito) quedaba limitada a los recursos humanos y materiales disponibles en los propios centros de I+D de las FAS, o a las actividades de vigilancia e inteligencia tecnológica en unidades especializadas de las FAS que teóricamente podrían influir en decisiones futuras de contratación de nuevos sistemas pero no en su desarrollo (y mucho menos potenciarlo a nivel nacional).

En todo caso, esta aproximación hacía que la universidad volviera a quedar fuera del marco de actuación; a no ser que se estableciese una rica y fructífera cooperación estratégica a largo plazo con los centros propios de las FAS en una agenda común de I+D lo que no ha sido el caso.

Utilización progresiva de los esquemas de innovación abierta desde las FAS

La situación descrita en la sección precedente no responde al objetivo estratégico compartido de emplear un modelo de innovación abierta ni a la creación de un ecosistema en el que participen diversas entidades públicas y privadas. De hecho, la necesidad de **complementar los conocimientos tecnológicos propios con los de otras entidades** (tal y como se realiza habitualmente en otros sectores industriales mediante modelos de innovación abierta) que no dependan únicamente de contratos derivados de licitaciones para sistemas de armas queda lejos de la práctica habitual en Defensa (menos, sin embargo, en el sector de «seguridad» porque muchos de sus mercados son simplemente civiles).

En todo caso, sí se observan síntomas del paso acelerado de un sistema de innovación tecnológica **cerrado** (etapa 1950-1990) a un sistema de innovación tecnológica (más) **abierto** (etapa 1990-2016).

1950-1990: sistema cerrado

En este periodo las FAS establecían sus necesidades, requisitos y generaban un proceso de desarrollo tecnológico finalista basada en necesidades derivadas de sus propios órganos (aún España estaba alejada de órganos supranacionales de Defensa aunque sí tuvo impacto los acuerdos con EE. UU., para poder alinear algunos de los sistemas de armamento).

La actividad de I+D se apoyaba en unos centros de investigación para algunas áreas estratégicas y una industria militar separada de la industria civil y estrechamente controlada por el Estado (cuando no, simplemente nacionalizada). El sector industrial de Defensa se basaba en muy pocos jugadores de relativo tamaño para los que existían regulaciones específicas que asegurasen instrumentos de contratación alejados de los habituales en el sistema público. A ello se sumaba la aparición de entes de carácter empresarial (como ISDEFE¹⁴ creada en 1983) como apoyo a la puesta en marcha de grandes programas con exigentes requisitos tecnológicos.

1990-2015: sistema abierto

Esta segunda etapa se caracteriza por el reconocimiento progresivo de que en áreas como materiales, electrónica, biotecnología o informática era el sector civil y no el militar el que lideraba el desarrollo tecnológico al hilo de la globalización de los mercados tecnológicos.

En otros sectores como sucede en el aeroespacial la influencia militar seguía siendo muy importante aunque el desarrollo de la aviación civil y de satélites de comunicaciones o de observación medioambiental empezaba a competir en el desarrollo tecnológico avanzado con el militar. De hecho, generaba un mercado adicional que permitía a las empresas recuperar antes las costosas inversiones necesarias.

Progresivamente, la industria militar seguía y adaptaba tecnologías desarrolladas en primer lugar para aplicaciones comerciales con el fin de dar cumplimiento a las especificaciones de sistemas que surgían desde las FAS; ello implicaba para los actores implicados una pérdida relativa de control sobre la tecnología y el conocimiento asociado que ellas mismas utilizaban. Las condiciones de acceso a la tecnología se convertían en un condicionante geoestratégico de primer orden.

Desde un punto de vista más pragmático, la aplicación de **modelos de innovación abierta** cambia el empleo de un modelo jerarquizado de subcontratación a diferentes niveles de responsabilidades a otro en el que los socios cooperan en el desarrollo de la tecnología a diferentes niveles (véase figura 4).

El éxito en el empleo de modelos de innovación abierta exige **confianza y credibilidad mutua** (lo que, a su vez, implica tiempo para adecuar intereses entre los actores) y la aceptación de roles diferenciados entre las entidades participantes. Las dificultades del uso efectivo de estos modelos de innovación abierta son múltiples pero citaremos únicamente tres de ellas con relevancia en el ámbito de defensa:

¹⁴ ISDEFE (Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España) creada en 1983 es una empresa pública de consultoría e ingeniería que forma parte del sistema público estatal español: <http://www.isdefe.es/es/empresa-intro>

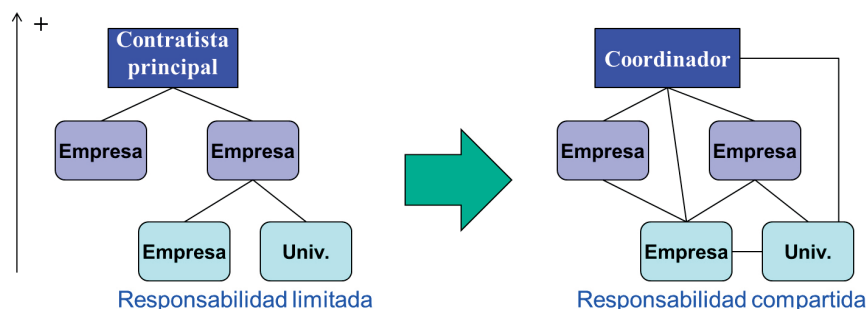


Figura 4. Evolución hacia una gobernanza de innovación abierta en las FAS (elaboración propia).

- 1) **La falta de conocimientos de gestión de modelos de innovación abierta**, sumada a una prevención inicial en las FAS sobre el uso de un esquema en el que el control del acceso y uso de la información es más difícil cuando se involucran universidades (u otras entidades autónomas de investigación) en las que la presión sobre la publicación es inherente a sus modelos de funcionamiento.

La causa alude a un problema de gestión de las actividades de I+D e innovación que debe adaptarse a una cooperación en modelos de innovación abierta. Por razones históricas y comprensibles los procedimientos de cooperación con las FAS han estado sometidos a un modelo de subcontratación en el que las FAS en su papel de «*contratista*» definían y controlaban la ejecución (y la financiaban) pero no suponía la cocreación de productos y servicios con entidades externas mediante grupos de trabajo conjuntos (salvo en los procesos de definición de requisitos o de aceptación de los resultados).

- 2) **El posicionamiento de las universidades en relación con su colaboración con las FAS**; En relación con esta causa la desconfianza desde el sistema universitario a la participación en desarrollos «*militares*» o en proyectos de «*armamento*» (visión simplista pero extendida del ámbito de la posible cooperación) ha tenido connotaciones ideológicas negativas en España¹⁵.

Nos encontramos en este sentido con situaciones que fluctúan entre un pronunciamiento institucional contra la participación de la universidad en este tipo de proyectos, al silencio institucional que implícitamente lo permite pero que no lo valora ni lo reconoce como objetivo. No conocemos ninguna universidad pública en la que exista en sus Estatutos un pronunciamiento explícito de apoyo a la actividad de cooperación

¹⁵ No ha sido este un problema exclusivamente español y se ha manifestado en el transcurso del tiempo con diversos grados de virulencia en la mayor parte de los países desarrollados en función de sus circunstancias históricas.

en Defensa y Seguridad como exponente de su responsabilidad como entidad pública¹⁶.

3) La práctica inexistencia de instrumentos de cooperación adaptados al establecimiento de partenariados público-público con las condiciones legales adecuadas que faciliten la participación conjunta de las FAS con diferentes tipos de entidades.

La situación en España se reduce en estos momentos a la existencia del programa COINCIDENTE con una dotación presupuestaria muy pequeña (véase capítulo 4) y a los créditos (capítulo 8 de los PGE) aportados a la industria de Defensa para el desarrollo y posterior adquisición por las FAS de sistemas de armas de los que, en algunos casos, se desprenden subcontrataciones con universidades o los OPI.

Evolución histórica de la cooperación de la universidad con las FAS

Del aislamiento a la configuración de un ecosistema

Parecería innecesario justificar la necesidad de la contribución del sistema público de investigación y educación superior (universidades y los OPI) al esfuerzo colectivo en la defensa y seguridad nacional; pero conviene insistir en ello desde un enfoque de responsabilidad compartida y no simplemente de intereses de ambos tipos de entidades.

En el caso de los OPI (adscritos o no al Ministerio de Defensa) se trataría de asumir una interpretación amplia del concepto de apoyo a las políticas públicas (entre ellas la de Seguridad y Defensa) que les corresponde en el ámbito temático propio de cada uno.

La figura 5 representa una visión de alto nivel del **ecosistema de I+D de Defensa** en el que no solo existen relaciones entre los actores y las FAS sino también entre ellos en el desarrollo de consorcios creados para la realización de un proyecto concreto. Asimismo, existe un contexto nacional y otro internacional que se complementan en un mundo en el que los países pertenecen a estructuras supranacionales como es el caso español.

Se han identificado **cuatro tipos de relaciones** básicos en función de cómo se aborda la actividad de I+D:

- Desarrollo interno en las FAS quienes asumen la responsabilidad total del desarrollo y, eventualmente, de su implantación.
- Adquisición llave en mano de un sistema tecnológico adquirido tras un proceso de licitación nacional e internacional.
- Actividad de I+D realizada por una universidad enmarcada en una convocatoria pública.

¹⁶ Sí existen, por el contrario, algunos pronunciamientos en caso contrario.

- Desarrollo conjunto de un componente o sistema entre la universidad y las FAS.
- Desarrollo cooperativo con la empresa en los que las universidades participan bajo contrato (de acuerdo al artículo 83 de la Ley Orgánica de Universidades).

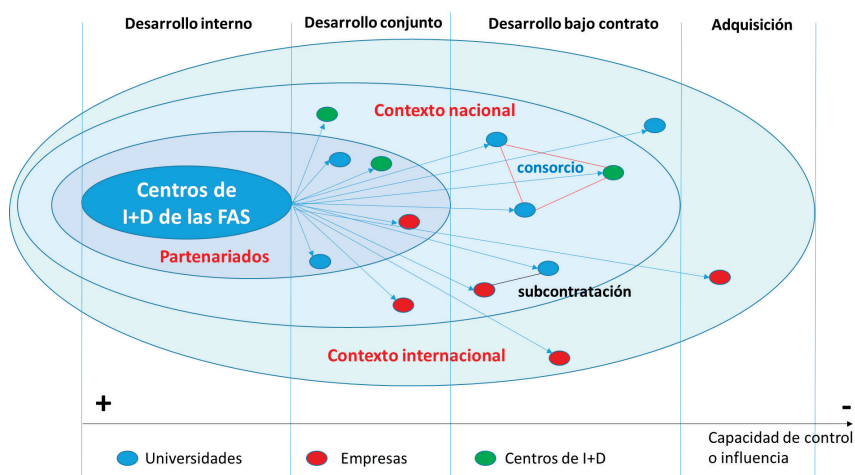


Figura 5. Visión conceptual del ecosistema de Defensa (elaboración propia).

En este enfoque sistémico las universidades actúan relacionándose en el nivel de «partenariado» o en el de participación en convocatorias nacionales individuales o consorciadas.

Contribución histórica de las universidades al desarrollo de la ciencia y la tecnología en EE. UU.

El caso de **DARPA**¹⁷ es sobradamente conocido como ejemplo de cooperación en un entorno abierto con actuaciones específicas para las universidades.

ARPA desarrolló e impulsó gran parte de las bases conceptuales de ARPANET, la red de comunicaciones lanzada hace casi medio siglo, intentó para ella los protocolos digitales que dieron nacimiento a Internet. La figura 6 (tomada de los archivos históricos de DARPA) representa un esquema de esta red de comunicaciones.

Para entender la misión de DARPA es interesante que el mensaje principal que aparece en su página Web es «*Creating breakthrough technologies for national security*» (crear tecnologías disruptivas para la seguridad nacional).

No se trata, por tanto, de resolver problemas inmediatos o desarrollar sistemas con especificaciones conocidas y cerradas que puedan ser objeto de

¹⁷ Defense Advanced Research Projects Agency, USA. <http://www.darpa.mil/>

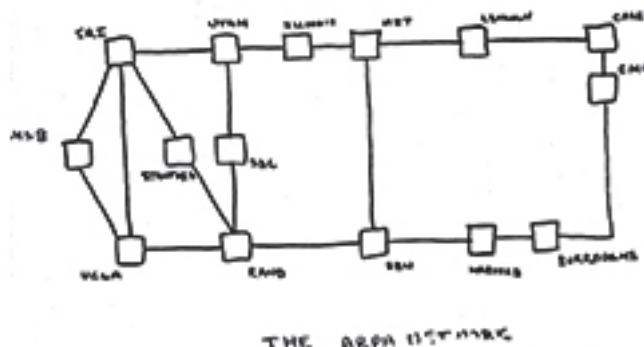


Figura 6. Esquema de ARPANET (Fuente: <http://www.darpa.mil/tag-list?tt=58>)

una licitación sino de imaginar nuevos desarrollos en el futuro (a medio y largo plazo) que potencialmente pudieran aplicarse a sistemas de armas aún no existentes. Eso se hace en determinadas áreas temáticas seleccionadas por su interés futuro (en muchas ocasiones desde un punto de vista exploratorio).

El segundo elemento fundamental es asumir que el éxito de DARPA depende de la creación de un «*vibrante ecosistema innovador*» en el que la Agencia opera y es impulsada a su vez por socios en múltiples sectores.

En el caso de DARPA la relación con las universidades (véase <http://www.darpa.mil/work-with-us/for-universities>) constituye una parte integral del ecosistema de innovación y DARPA trabaja para implicar a las universidades en soluciones críticas de defensa. Concretamente, DARPA ha creado el programa *Young Faculty Award* (YFA) cuyo objetivo es identificar jóvenes investigadores prometedores en puestos no permanentes para introducirlos en la colaboración con el Departamento de Defensa y en los procesos de desarrollo de sistemas (enfaticando aquellos que no dispongan de financiación previa).

El programa YFA proporciona financiación, mentorización y contactos en el Departamento de Defensa a los investigadores seleccionados para que puedan desarrollar sus ideas de investigación en el contexto de las necesidades del Departamento de Defensa. El objetivo perseguido a largo plazo es la creación de la siguiente generación de científicos, ingenieros y matemáticos en disciplinas clave enfocadas en que una parte significativa de sus carreras profesionales se orienten a temas de seguridad nacional.

Además de las actuaciones propias de DARPA, EE. UU., posee una experiencia ligada a los denominados «**Acuerdos de Cooperación en I+D**» (CRADA)¹⁸

¹⁸ Un «Cooperative Research and Development Agreement» (CRADA) es un acuerdo escrito entre uno o más laboratorios federales y uno o más socios no federales bajo lo que el go-

por el que laboratorios federales cooperan con otras entidades no federales en contextos no necesariamente ligados a financiación sino a intercambio de personal, experiencias, instalaciones y equipos.

A pesar de la enorme experiencia que EE. UU., tiene en la cooperación entre diferentes actores y expresamente con universidades, siguen existiendo problemas o aspectos a mejorar como recientemente se ha indicado en referencia a los centros de I+D de Defensa (Gupta *et al.*, 2014). Concretamente, se señalaban los siguientes puntos:

- **Búsqueda de socios por los laboratorios del DOD para apoyar sus misiones.** El ámbito y extensión de la colaboración técnica de los laboratorios del DoD con las universidades está orientada a sus necesidades operativas de misión. De esta manera, los partenariados de investigación se inician fundamentalmente cuando los laboratorios del DOD ven una necesidad no satisfecha y contactan con expertos externos. Un corolario de este hecho es que las universidades deberán ver al DOD como un cliente cuyo partenariado se enfocará en las áreas de necesidades del DOD.
- **Los mecanismos disponibles actualmente para partenariados a largo plazo son adecuados para cubrir las necesidades del DOD pero se requieren partenariados más fuertes a corto plazo.** Desde la perspectiva del liderazgo de Investigación en el DOD los acuerdos que los laboratorios del DOD poseen actualmente con universidades son adecuados. No obstante, esta visión no se extiende a intercambios de personal, partenariados educativos, y otros acuerdos a corto plazo, que el DOD quisiera fortalecer.
- **Las personas son centrales para mejorar los partenariados.** El desarrollo de relaciones profesionales y la conexión entre el personal adecuado es el elemento más importante para comenzar y continuar colaboraciones a largo plazo. Cultivar y mantener partenariados de Investigación fortalece el «pipeline» de talento a la actividad de ciencia y tecnología de seguridad nacional. Se requieren intercambios de estudiantes doctorales y posdoctorales para construir futuras conexiones entre universidades y laboratorios.
- **Los partenariados exitosos comienzan de forma limitada y tardan tiempo en desarrollarse.** El proceso de construcción de partenariados exitosos es incremental y típicamente crece lentamente a partir de pequeños proyectos y durante largos periodos de tiempo. Algunas veces, la línea entre la subvención y la colaboración es borrosa, en tanto una evoluciona sobre la otra.

bierno, a través de sus laboratorios proporcionan personal, instalaciones, equipos, u otros recursos, con o sin reembolso de costes (pero no financiación a otros socios no federales). Los socios no federales proporcionan también personal, fondos, servicios, instalaciones, equipos y otros recursos para llevar a cabo esfuerzos específicos de I+D consistentes con la misión del laboratorio. <http://www.arl.army.mil/www/default.cfm?page=14>

- **Debería mejorarse el conocimiento mutuo de oportunidades y responsabilidades.** Debe mejorarse la situación actual con el fin de incrementar el conocimiento mutuo de las fortalezas de investigación y formación de las universidades sobre las reglas de cooperación (p.ej. responsabilidades éticas y legislativas) así como las oportunidades disponibles en los laboratorios del DOD.

Estructura de la ejecución de I+D en las FAS españolas

La I+D en Defensa en el ordenamiento legislativo español

Situación en España

La actual Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (BOE, 2011b) es el marco legislativo fundamental para la ordenación del sistema de innovación español¹⁹. De ella derivan la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación, y el Plan Estatal.

La **Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación** (EECTI, 2013) ha incorporado un área de «**seguridad, protección y defensa**» dentro de los retos de la sociedad. El texto relevante es el siguiente:

«El proceso de globalización iniciado en décadas precedentes ha derivado en una creciente interdependencia que incrementa la vulnerabilidad de nuestra sociedad y de los ciudadanos así como de las instituciones, principios y valores que han sustentado el desarrollo de los principios de convivencia y gobernanza de las sociedades europeas.

El objetivo es fomentar sociedades seguras en un entorno cambiante, interdependiente y sometido a crecientes amenazas mundiales, reforzando la cultura de la libertad, la responsabilidad y la justicia. La naturaleza de este reto es de carácter global y de primera magnitud como consecuencia de los acontecimientos internacionales y de los procesos de cambio social, político y estratégico que están teniendo lugar. La naturaleza de las amenazas que en materia de seguridad y defensa registra nuestra sociedad va más allá de las fronteras de un país y requiere de una intensa cooperación internacional.

Esta cooperación, que tiene una indudable dimensión geopolítica y estratégica, se extiende a cuestiones críticas tales como la seguridad marítima y aérea, el terrorismo, la seguridad de la red (ciberseguridad) o la necesidad de disponer de capacidades que den respuesta a situaciones de emergencia de toda índole, tal y como queda reflejado en la Estrategia Española de Seguridad, donde se recogen las principales directrices a seguir en este ámbito.

¹⁹ Las Comunidades Autónomas (CC. AA.) también han establecido sus propias leyes, estrategias y planes con la priorización y recursos que ellas mismas determinen.

El objetivo es contribuir al diseño de políticas coordinadas a nivel internacional en todos estos aspectos que refuercen la seguridad y las capacidades de defensa a nivel nacional, fomentando el desarrollo de tecnologías e innovaciones que hagan florecer una industria de seguridad y defensa competitiva a nivel internacional. Dado el carácter tractor que tradicionalmente ha venido desempeñando el sector de seguridad y defensa en múltiples áreas tecnológicas, los efectos multiplicadores y la transferencia de los avances logrados a otros sectores productivos redundarán positivamente en el bienestar de la sociedad».

La puesta en marcha de estos objetivos implica tanto a la universidad como a la industria (nacional e internacional), la Administración General del Estado (AGE) y las FAS internacionales; la figura 7 describe esquemáticamente esta relación.

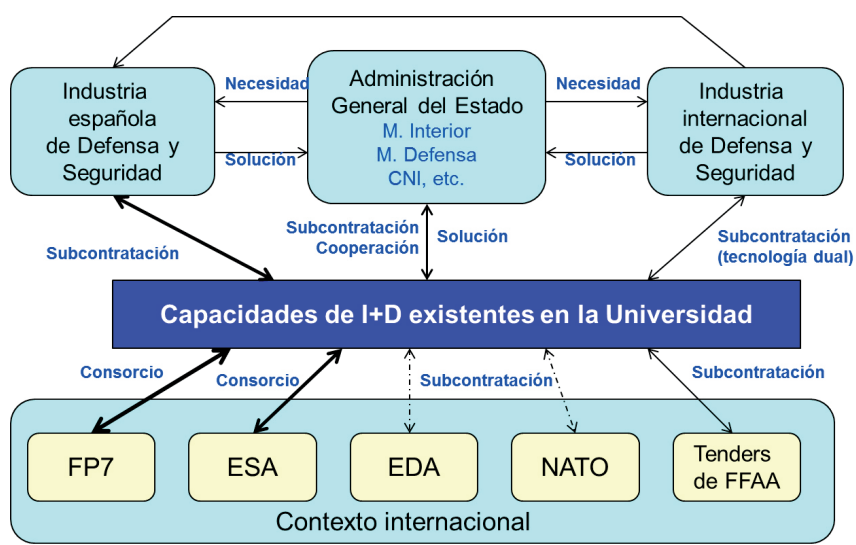


Figura 7. La actividad de I+D de las universidades en el contexto de las FAS (elaboración propia).

La figura 7 también señala los **instrumentos** disponibles para llevar a cabo la relación desde el punto de vista de la universidad. El uso real de cada uno de ellos es, sin embargo, muy diferente.

Centros tecnológicos de la Defensa y su evolución legal

Otros órganos que realizan actividades de I+D con el sistema público (p.ej. mando de Ciberseguridad, CNI, etc.) o son, sin embargo, considerados como

ejecutores de I+D sino, en todo caso, participantes en actividades piloto de resultados de I+D.

El **Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas» (INTA)** es un organismo público de investigación (OPI) dependiente de la **Secretaría de Estado del Ministerio de Defensa**, cuya función es promover actividades de investigación científica y técnica, así como la prestación de servicios tecnológicos en la industria aeroespacial, de la Defensa y la Seguridad.

El INTA ha integrado a tres organismos que antes operaban de forma independiente a partir de la **Ley 15/2014, de Racionalización del Sector Público**, que entró en vigor el 16 de septiembre al publicarse en el **Boletín Oficial del Estado (BOE)**.

De esta manera, el INTA se convierte en un gran centro de Investigación, Desarrollo e Innovación, del que pasan a formar parte: el **Organismo Autónomo Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR)**, que realiza proyectos de investigación para saber más sobre hidrodinámica y poder aplicar esos conocimientos a la industria naval (astilleros, navieros, oficinas de ingeniería...); el **Instituto Tecnológico «La Marañosa»**, órgano de investigación y desarrollo en materia de armamento y material, que tiene entre sus funciones realizar las evaluaciones y ensayos de las armas a emplear por las Fuerzas Armadas, y el **Laboratorio de Ingenieros del Ejército «General Marvá»**.

Posee un conjunto de **grandes instalaciones** abiertas a la utilización por entidades públicas y privadas: Banco de desarrollo de turborreactores, Centro espacial de Canarias, Centro de Astrobiología (con el CSIC), Centro de ensayos del Programa Ariane, Aviones instrumentados, Tecnologías de vehículos y seguridad del transporte, Centro de Experimentación de El Arenosillo, Estaciones de seguimiento espacial. La mayor parte de estas instalaciones tiene un uso civil.

Su participación en **programas de alta tecnología** (minisatélites, nanosatélites, aviones no tripulados y radar de apertura sintética) suponen también oportunidades de cooperación con la industria de Defensa, con universidades y los OPI.

Modalidades de cooperación en I+D entre las FAS y universidades

Tras el análisis desarrollado en las secciones anteriores conviene revisar a la luz de la experiencia la adecuación de los instrumentos de cooperación en I+D de las universidades con las FAS con el fin de extraer algunas consecuencias. Dejaremos fuera de este análisis en el presente capítulo la cooperación directa con la industria de Defensa que es objeto de otro capítulo.

Los instrumentos de cooperación existentes son:

1. **I+D bajo contrato** (art. 83 LOU)²⁰. De igual forma que para la industria de Defensa, las universidades pueden contratar con el Ministerio de Defensa o los órganos competentes del mismo la realización de trabajos de carácter científico y técnico. En este caso, la cooperación es asimétrica (las FAS pagan el coste del trabajo encomendado y las universidades lo realizan).
2. **Convenios**. Teóricamente supone el instrumento más versátil que supone aportaciones monetarias o no de todas las entidades participantes en el convenio. En la práctica, existen limitaciones derivadas de los procedimientos de aprobación de los mismos que, en algunos casos, requiere la aprobación en Consejo de Ministros.

El objeto de los convenios puede ser muy diferente. En el caso de las FAS se ha empleado para la creación de cátedras con las universidades (ejemplo de las cátedras del CESEDEN con diversas universidades españolas), creación de centros de investigación o tecnológicos, laboratorios o unidades conjuntas (un ejemplo en el INTA es el Centro de Astrobiología, CAB, con el CSIC), o colaboración en I+D en algún ámbito temático (como es el caso del MCCD con la UPM).

3. **Convocatorias públicas**. Aunque no es la práctica habitual en España, nada impide al Ministerio de Defensa publicar una convocatoria abierta de I+D+i con cargo a sus presupuestos para la selección y financiación de propuestas en las líneas prioritarias establecidas en la convocatoria a grupos de investigación de las universidades o los OPI que se presenten a la misma. Estas convocatorias podrían también ser válidas para la formación de personal investigador especializado cuya actividad puede realizarse por los CUD en colaboración con las universidades.
4. **Licitaciones específicas abiertas a las universidades**. En este caso las universidades actúan como cualquier otro contratista del Ministerio de Defensa de forma similar a como lo hace la industria. Implica que las

²⁰ El artículo 83 de la Ley Orgánica 6/2001, de 29 de diciembre de Universidades, establece en su apartado primero que: «los grupos de investigación reconocidos por la Universidad, los Departamentos y los Institutos Universitarios de Investigación, y su profesorado a través de los mismos o de los órganos, centros, fundaciones o estructuras organizativas similares de la Universidad dedicados a la canalización de las iniciativas investigadoras del profesorado y a la transferencia de los resultados de la investigación, podrán celebrar contratos con personas, Universidades o entidades públicas o privadas para la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico, así como para el desarrollo de enseñanzas de especialización o actividades específicas de formación». En su apartado segundo indica que, «Los Estatutos, en el marco de las normas básicas que dicte el Gobierno, establecerán los procedimientos de autorización de los trabajos y de celebración de los contratos previstos en el apartado anterior, así como los criterios para fijar el destino de los bienes y recursos que con ellos se obtengan».

universidades concurrentes estén «precalificadas» para su participación en esas licitaciones y se sometan a los mismos procedimientos que otra entidad. La experiencia que existe en el entorno internacional con la ESA puede ser un buen punto de arranque para la extensión de este modelo de colaboración en el futuro.

Aunque parecería que se dispone de una panoplia suficientemente amplia y adecuada de instrumentos, persisten algunas dificultades que exigirán su pronta adaptación. Deseamos reflejar seguidamente algunos aspectos fundamentales que requieren atención específica:

- **Acceso al conocimiento científico-tecnológico y propiedad intelectual.**

Es lógico pensar que las FAS requieren disponer de un control de los resultados generados en un contrato financiado por las mismas a una determinada universidad. Por ello, estos contratos exigen:

- o Calificación de las personas que intervienen en el equipo universitario (previamente a su contratación o participación).
- o Firma de acuerdos de confidencialidad.
- o Control de los datos, equipos e instalaciones utilizadas en el desarrollo.
- o Cesión a las FAS de los derechos de uso y explotación de los resultados.
- o Solicitud previa de autorización de cualquier difusión que se realice (p.ej. artículos en revistas o congresos científico-técnicos).
- o Control de proveedores y subcontratistas si los hubiere.
- o Uso de sistemas seguros de intercambio de información.

- **Visibilidad de los convenios.** En el caso de los convenios muchas de las peculiaridades indicadas previamente en el dominio del acceso al conocimiento son también válidas. Dos aspectos son, sin embargo, específicos:

- o La visibilidad suele buscar la máxima difusión de la celebración de convenios con terceras entidades y de sus resultados.
- o Esta opción choca con la visión de las FAS en las que el instrumento tiene un valor operativo e instrumental (salvo en cátedras con universidades que están ligadas a la difusión de la cultura de Defensa en la sociedad).

- **Laboratorios y unidades conjuntas** entre universidades y órganos ejecutores de las FAS con el fin de disponer de una colaboración estable.

- o La posible creación de grupos de trabajo conjuntos es problemático puesto que el entorno de trabajo debe gozar de determinadas características que no suelen encontrarse en la universidad. Este problema se alivia si la unidad conjunta se instalase en áreas propiedad de las FAS.
- o Actividades en el contexto internacional son muy escasas y no existe aún la tradición para que se conviertan en un elemento habitual.

La cooperación de las universidades con las FAS en el contexto internacional

Marco general

De manera progresiva las universidades, al igual que otros actores públicos de los sistemas de innovación, han comenzado o profundizado su participación en programas de I+D relacionados con las FAS. En algunos países este proceso se inició hace mucho tiempo como parte de una visión global de contribución a la defensa inicial, y en otros responde a un proceso mucho más reciente de apertura de estos mismos programas.

En este apartado analizaremos la participación de las universidades en actividades de los programas de la NATO, EDA, ESA y H2020. En algunos casos, se trata de programas de Defensa o de programas de Defensa y Seguridad pero en todos ellos la participación de entidades civiles se realiza con un énfasis en tecnologías duales²¹.

NATO y sus programas de financiación

La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN o NATO en sus siglas en inglés) dispone de programas abiertos a la cooperación científica y tecnológica. La «*NATO Science and Technology Organisation (STO)*» promociona y lleva a cabo investigación científica cooperativa e intercambio de información técnica entre los 28 países miembros y los 38 países socios. En conjunto, la STO pone en juego a más de 3.000 científicos e ingenieros alrededor de tecnologías de defensa. La STO desarrolla y mantiene la estrategia tecnológica de la NATO alrededor de algunas áreas prioritarias como son:

- Tecnología aplicada de vehículos AVT,
- Factores humanos y medicina HFM,
- Tecnologías de sistemas de información IST,
- Estudios y análisis de sistemas SAS,
- Integración de conceptos y sistemas SCI,
- Sensores y tecnología electrónica SET,
- Modelado y simulación NMS.

Adicionalmente, la NATO dispone del programa «*Science for Peace and Security (SPS)*» como un instrumento político que potencia la cooperación y diálogo entre todos los miembros basado en la investigación científica, innovación e intercambio de conocimiento. SPS se fundó en 1958, aunque se reorientó en 2013, con el fin de dotarle de un foco renovado en actividades estratégicas a mayor escala más allá de la cooperación científica.

²¹ Este mismo tipo de acuerdos existen en otros países (como ejemplo, el caso de Chile <http://www.uchile.cl/noticias/109481/universidad-y-ejercito-de-chile-firman-convenio-marco-de-cooperacion>) aunque no se abordarán en el presente documento.

El programa SPS ahora promueve la cooperación civil en temas de seguridad tales como el terrorismo, la defensa contra agentes CNBQ, ciberdefensa, seguridad energética y problemas medioambientales, además de los aspectos humanos y sociales de la seguridad como es la implementación de la Resolución 1325 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas sobre Mujer, Paz y Seguridad (UNSCR 1325). *Las prioridades de SPS están alineadas con el concepto estratégico de la NATO de noviembre de 2010 y los objetivos estratégicos acordados en Berlín en 2011.*

El programa SPS financia la cooperación a través de tres mecanismos: proyectos de investigación plurianuales, seminarios y cursos de formación. Las universidades pueden participar en estas actividades junto a entidades de los países miembros en cualquiera de estos formatos.

Actualmente hay designados ocho investigadores de universidades españolas como expertos nacionales en varias de las actividades de investigación que se están desarrollando:

Panel	Tipo	Nombre	Universidad
AVT	Learning sessions	Structural Health Monitoring of Military Vehicles	UPM
AVT	Learning sessions	Structural Health Monitoring of Military Vehicles	UPV/EHU
AVT	Task Group	Hypersonic Boundary-Layer Transition Prediction	UPM
AVT	Task Group	Unsteady Aerodynamic Response of Rigid Wings in Gust Encounters	UCIII
HFM	Task Group	Human-Autonomy Teaming: Supporting Dynamically Adjustable Collaboration	UCM
IST	Task Group	Meeting Translation for NATO Operations (Speech and Language Processing, Project 8)	UPM
IST	Task Group	Multi-Level Fusion of Hard and Soft Information	UCIII
IST	Symposium	Considerations for Space and Space-Enabled Capabilities in NATO Coalition Operations	UAH

Tabla 1. Participación de la universidad española en paneles de OTAN.

Agencia Europea de Defensa (EDA)

La discusión sobre la Agencia Europea de Defensa (EDA) (www.eda.europa.eu) arrancó en el Consejo Europeo en 2001 como parte de la discusión sobre el futuro de la UE. En junio de 2003 se acordó ponerla en marcha a partir de 2004²². El objetivo era *«desarrollar capacidades de defensa en gestión de crisis, incrementar la cooperación en armamento, fortalecer la industria de defensa y la base tecnológica y crear un mercado competitivo, además de promover, junto a las actividades de investigación comunitarias que sean apropiadas investigación dirigidas a las tecnologías estratégicas para las capacidades futuras en defensa y seguridad potenciando el sector industrial»*.

El Consejo Europeo ha invitado a la EDA y a la Comisión Europea a trabajar estrechamente con los Estados Miembros para desarrollar propuestas con el fin de estimular la investigación sobre tecnologías de doble uso. Este proceso se ha focalizado en áreas conocidas como *«Key Enabling Technologies (KET)»* en la UE y específicamente en el desarrollo de micro y nanoelectrónica.

En el año 2013 la EDA lanzó una iniciativa ligada a los fondos estructurales y de inversión europeos con el fin de apoyar proyectos de investigación e innovación de uso dual. EDA ha desarrollado una metodología de apoyo a la industria sobre cómo accede a esos fondos así con una guía para los Ministerios de Defensa para el proceso de desarrollo de los programas operativos. En 2015 EDA continuará apoyando esas actividades extendiéndolo a proyectos transnacionales e interregionales. Además, EDA explorará otras herramientas potenciales, tales como COSME y la combinación de fondos de la UE que existan en apoyo a la innovación e investigación de carácter dual²³.

Mientras tanto, la EDA está desarrollando el concepto de *«Tecnologías críticas para la Defensa»* cuya lista inicial fue aprobada por el Comité de Dirección (*Steering Board*) el 26 de junio de 2014. Este esfuerzo proporcionará una entrada para la actualización de las agendas estratégicas de investigación además de servir de guía para futuras inversiones.

La universidad española participa en varios de los proyectos ad hoc que se están desarrollando incluyendo los proyectos MAPIS y BIOTYPE del programa JIP-ICET (Joint Investment Program-Innovative Concepts and Emerging Technologies).

²² «The European Council [...] tasks the appropriate bodies of the Council to undertake the necessary actions towards creating, in the course of 2004, an intergovernmental agency in the field of defence capabilities development, research, acquisition and armaments».

²³ La cooperación con la ESA se analizará en la siguiente sección.

Dualidad en la Agencia Europea del Espacio (ESA)

El sector aeroespacial es un caso muy conocido de tecnologías duales en el sector espacial en el que la cooperación entre universidades, centros de investigación y empresas ha sido históricamente fructífera.

Durante muchos años la NASA ha servido de punta de lanza en este esquema. Incluso recientemente, se ha pretendido generar una relación estrecha en base a la adopción de esquemas de innovación abierta en la que la universidad juega un papel exploratorio en nuevas ideas tecnológicas que puedan posteriormente desarrollarse a escala industrial desde una visión dual civil-militar. Un ejemplo de esta actitud es el acuerdo del Centro Marshall de la NASA de 2014 (*Cooperative Agreement Notice (CAN) for Dual-use Technology Development*, <http://tinyurl.com/p2vfelu>). El acuerdo estimula la cooperación entre industria y universidades en áreas tecnológicas prioritarias con un doble objetivo: el desarrollo de la siguiente generación de vehículos y sistemas espaciales, en mejorar el posicionamiento del centro Marshall como un socio industrial estratégico.

En Europa la Agencia Espacial Europea (ESA) juega (y ha jugado históricamente) un papel fundamental en el desarrollo de las capacidades industriales europeas del sector espacial. El modelo de «*justo retorno*» con el que funciona la ESA aseguraba a los Estados Miembros la recuperación vía contratos industriales de las cantidades aportadas. Muchos de estos contratos, como es habitual en el sector aeroespacial, implicaba cadenas de subcontrataciones que implicaban a otras empresas, muchas de ellas PYME, y a universidades y centros públicos de investigación.

A nadie se le oculta que las actividades que realiza la ESA son claramente duales. Esto ha llevado a una cooperación con la Agencia Europea de Defensa. En 2011, la EC, la ESA y la EDA acordaron preparar una lista de acciones urgentes para «tecnologías críticas del espacio» dentro de la Estrategia europea de No-dependencia en el periodo 2012-2013²⁴ y actualizada en 2014 (EC-ESA-EDA, 2014). Ello ha permitido establecer prioridades en convocatorias del programa H2020 para la realización mediante consorcios de entidades públicas (universidades y centros públicos de investigación) y privadas.

Ambas instituciones han trabajado desde el 2011 en proyectos conjuntos dentro de la iniciativa de los UAV. Recientemente (abril 2015) han acordado un nuevo proyecto para apoyar el desarrollo de servicios comerciales, institucionales y gubernamentales de sistemas de aeronaves no tripulados en espacios aéreos comerciales (proyecto de demostración DeSIRE II)²⁵.

²⁴ https://research.cvut.cz/uploads/attachment/1553/1620108-european_non-dependence_list_call_2015_v9_en.pdf

²⁵ De los 2,6 millones de euros del proyecto, 1,2 millones de euros procederán de la ESA, 600.000 euros de EDA y 800.000 euros de un consorcio industrial.

Adicionalmente, la colaboración directa entre la ESA y las universidades y centros públicos de investigación han sido fructíferas. ESA reconoce que la interacción con este tipo de entidades tiene una naturaleza diferente que la que tiene con la industria; concretamente, enfatiza la investigación científica y tecnológica de frontera cruz y multidisciplinar, además de apoyar la generación de conocimiento la formación.

Como consecuencia de esta visión ha sido muy habitual participar en licitaciones de la ESA para el desarrollo de instrumentación científica, sondas espaciales o explotación de datos espaciales por parte de universidades y centros públicos de investigación (generalmente ligado al denominado «programa científico» de la ESA).

Los programas de la UE **Galileo** (navegación por satélite) como **Copérnico** (observación de la Tierra) aun siendo programas «civiles» tienen una clara aplicación dual como demuestra el origen de GPS en EE. UU., la focalización en «seguridad de GMES (predecesor de Copérnico)²⁶» o el desarrollo paralelo de satélites de observación civil y militar como es el caso en España de «Paz» e «Ingenio». No solo las tecnologías empleadas en las plataformas de estos satélites pueden tener un carácter dual sino que también lo tiene la mayor parte de sus cargas útiles²⁷. Estos programas se realizan en cooperación entre la UE y la ESA por el que la UE financia el desarrollo de la plataforma que realiza la ESA.

El sistema público europeo participa en las múltiples convocatorias para el **desarrollo de aplicaciones** de navegación, observación o integradas tanto las promovidas por la UE como por la ESA (programas de aplicaciones integradas). Anualmente se celebra una competición para premiar las mejores aplicaciones²⁸.

En otro ámbito de cooperación internacional, la ESA ha promovido la creación de los **USOC** (centros de operaciones y soporte a usuarios de la Estación Espacial Internacional (ISS)) ubicados en universidades europeas²⁹. Estos centros (9 en total) han sido determinantes para apoyar la operación científica en el módulo Columbus de la ESA y, últimamente, en el resto de los módulos de otras agencias como la NASA ubicados en la ISS para experimentos concretos.

²⁶ GMES quiere decir: *Global Monitoring for Environment and Security*. Este acrónimo fue cambiado por el nombre de Copérnico hace dos años.

²⁷ El ejemplo de las cámaras de vigilancia (en el espectro de infrarrojas o visible) es bien conocido impulsado por la necesidad militar o de seguridad en incrementar la resolución en todo tipo de condiciones atmosféricas.

²⁸ *European Satellite Navigation Competition* 2015. <http://galileognss.eu/category/galileo-applications/> y www.esnc.eu para ver las bases de la convocatoria.

²⁹ En España el E-USOC ubicado en la UPM está enfocado a los experimentos de fluido dinámica. <http://www.eusoc.upm.es/es.html>

Un último tipo de cooperación establecido más recientemente es el de los «*ESA Business Incubators*» (ESA-BIC). Estos acuerdos se realizan con universidades europeas³⁰ y entidades gubernamentales regionales con objeto de promover la creación y crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica (start-ups y spin-offs) que trasladen al mercado el esfuerzo en I+D realizado en el sector espacial, tanto en su ámbito civil como militar.

Evolución en el marco de H2020

El actual programa de investigación e innovación de la UE denominado **Horizonte 2020** (H2020, 2013) incorpora dentro del pilar de «*Desafíos sociales*» una prioridad específica denominada «*Sociedades seguras*» con una asignación económica de 1.690 M€³¹.

Los programas marco, tal y como se consideran en el Tratado de Funcionamiento de la UE (TFUE) son programas de carácter civil en el que no se puede financiar directamente la investigación o desarrollo sobre sistemas de armas. El enfoque adoptado responde a un planteamiento de tecnologías de doble uso cubriendo los siguientes aspectos:

- Lucha contra el crimen, tráfico ilegal y terrorismo, incluyendo la comprensión y tratamiento de ideas y creencias terroristas;
- Protección y mejora de infraestructuras críticas, cadenas de suministro y modos de transporte;
- Fortalecimiento de la seguridad a través de la gestión de fronteras;
- Mejora de la ciberseguridad;
- Mejora de la capacidad europea de resistencia a crisis y desastres;
- Aseguramiento de la privacidad y la libertad, incluyendo en Internet, de mejora de la comprensión social de la ética y legalidad en todas las áreas de seguridad, riesgos y gestión;
- Mejora de la normalización e interoperabilidad de sistemas, incluidas las emergencias;
- Apoyo a las políticas de seguridad externa de la Unión, incluyendo la prevención de conflictos y la construcción de la paz.

La cooperación de las universidades con las FAS no se realiza directamente sino indirectamente desde el enfoque de la Seguridad puesto que H2020 sigue siendo un programa de investigación e innovación «civil».

No obstante, esta visión está cambiando de forma acelerada con la puesta en marcha de la «Acción Preparatoria para Investigación relacionada con la

³⁰ En España se han constituido recientemente dos de ellos: uno en Barcelona (2014) con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), y otro en Madrid (2015) con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universidad Carlos III (UC3M), la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) y el Parque Científico de Madrid.

³¹ Gestionada por la Dirección General de Empresa e Industria de la Comisión Europea.

Política de Defensa y Seguridad Común» (*Preparatory Action for Common Security and Defence Policy/related research*) que está actualmente en proceso de preparación. Su objetivo es servir como banco de prueba para demostrar la relevancia de la investigación relacionada con la Defensa en el contexto de la UE.

La Acción Preparatoria puede potencialmente invertir entre 75/100 millones de euros durante un periodo de tres años comenzando en 2017. La Acción Preparatoria continúa el proyecto piloto sobre investigación en la CSDP lanzado por el Parlamento Europeo (1,5 millones de euros en el periodo 2015/2016). El objetivo último de la Acción Preparatoria es servir de base a un Programa Europeo de Investigación en Defensa. Si el desarrollo de esta acción tuviera éxito, serviría de base para la inclusión de un programa específico dentro del siguiente programa marco multianual previsto para el periodo 2021-2027 con un valor potencial de 3.500 millones de euros.

Respecto a la relación de las universidades con las FAS se establece un modelo de cooperación muy diferente del actual basado en la participación en consorcios con FAS de otros países y con un régimen de propiedad intelectual que puede acercarse al empleado en el actual H2020. Su evolución y consecuencias deberán tratarse de manera muy detallada con el fin de que todos los sectores implicados sepan aprovechar la oportunidad.

Cooperación en I+D de las universidades españolas con las FAS de otros países

Algunos ejércitos han considerado beneficioso para sus propios intereses la apertura de algunos de sus programas o la creación de programas específicos para las universidades. Esta actitud persigue, por un lado, influir en la agenda institucional y de los grupos de investigación hacia temas científicos y tecnológicos de interés a medio y largo plazo de las FAS; por otro, se pretende también atraer joven talento a este ámbito de actuación con retos científicos y tecnológicos muy avanzados (recuérdese el ejemplo del programa de DARPA sobre jóvenes investigadores mencionado anteriormente).

En el caso español, podemos indicar dos casos como ejemplo de lo que se puede realizar desde las universidades.

- Ejemplos de colaboración con *US Navy* en el desarrollo de sensores de infrarrojos (ISOM de la UPM).
- Ejemplos de colaboración con *US Air Force* en protocolos de ciberseguridad (Fundación IMDEA Software).

Es evidente que la participación en actividades de I+D con ejércitos de países aliados es indicativo de la apertura de estos programas pero también de la capacidad de los grupos de investigación universitarios. La reflexión que subyace es la de analizar las razones por las que en estos casos ha sido más sencillo cooperar fuera de nuestras fronteras que con nuestras propias FAS. La evolución de la Acción Preparatoria indicada en la sección precedente

tal y como se concibe va a hacer más común este esquema de cooperación conjunta.

Realización conjunta de proyectos de I+D entre las FAS y las universidades españolas

Pasado y presente de la cooperación con las universidades

Dejando al margen como se ha indicado en la introducción de este capítulo la cooperación a través de la industria de Defensa en proyectos de I+D sub-contratados, la cooperación directa en actividades de I+D e innovación entre universidades y unidades de las FAS no ha sido intensa.

En los convenios generales suscritos entre universidades españolas y FAS suelen abordarse aspectos como los que típicamente se señalan a continuación (BOE, 2015).

Desarrollar programas de intercambio académico, técnico, científico y cultural que comprenderán: a) Desarrollo de proyectos de investigaciones conjuntos. b) Estudios de postgrado o investigaciones. c) Intercambio de profesores, investigadores y estudiantes. d) Oferta de prácticas curriculares y extracurriculares para aquellas titulaciones que se ajusten a los objetivos del presente convenio. e) Intercambio de información, sin clasificación de seguridad, relativa a su organización, estructura y funcionamiento con el fin de fomentar el conocimiento mutuo. f) Impartición de cursos, seminarios, simposios, etc., en los que participen profesores y miembros de las dos instituciones. g) Intercambio de material bibliográfico, ediciones, etc. sin clasificación de seguridad, así como su adecuada difusión a través de los canales que tengan establecidos.

Ello no quiere decir, sin embargo, que sea sencillo pasar de este tipo de declaraciones genéricas a la celebración de convenios específicos de I+D. No obstante, sí se pueden presentar algunos ejemplos exitosos que han tenido lugar en el pasado.

Adquisición de infraestructuras

Han existido dos ejemplos de equipos financiados directamente por las FAS a la universidad desde los años ochenta y noventa. La característica esencial es que se abría con ellas la cooperación entre las universidades y las FAS en infraestructuras tecnológicas complejas con uso combinado civil y militar en acuerdos estratégicos a largo plazo.

- 1) **FPS 164 (Floating Point Systems)**. Supercomputador adquirido por la Armada y cedido a la UPM para el estudio de la compatibilidad electromagnética (se empleó para la ubicación correcta de antenas en el portaaviones Príncipe de Asturias).

Su adquisición supuso en su momento (1984) el primer supercomputador disponible en el sistema universitario. Se tuvo que vencer con ello los problemas derivados de la importancia de un sistema de esas características cuando España no formaba aún parte de la NATO ni había firmado el tratado de doble uso. Aunque sus prestaciones comparadas con las actuales podrían parecer muy pequeñas.

- 2) El **Laboratorio de Ensayo y Homologación de Antenas (LEHA)** de la ETSIT-UPM es una **instalación singular** compuesta por tres cámaras anecoicas, reflectores y software de control que permiten caracterizar antenas para múltiples aplicaciones: desde antenas para telefonía móvil hasta antenas para satélites, embarcaciones de la Armada o nuevos desarrollos creados en la ETSIT-UPM. Este laboratorio realiza medida de parámetros eléctricos de antenas, destacando antenas de satélite o de sondas espaciales, antenas para aplicaciones de radioastronomía o antenas de estaciones base de telefonía móvil. LEHA participa en redes europeas para mejorar los procesos y las técnicas de medida de antenas.

Esta colaboración tecnológica de la UPM con las FAS permitió la adquisición y uso de una «cámara anecoica para medida de antenas en buques de la Armada» que sigue en uso (véase figura).

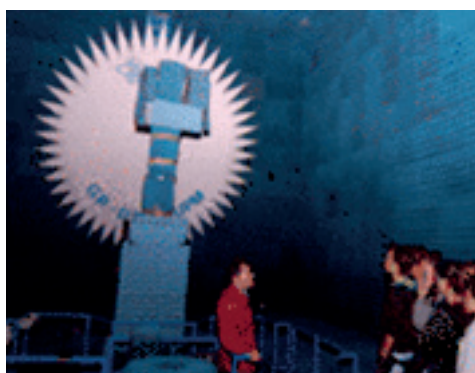


Figura 8. Cámara anecoica de LEHA (ETSIT-UPM).

CIDA (Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada)

El CIDA se incorporó al Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM) que, a su vez, se ha englobado actualmente en el INTA. En su actividad, el CIDA ha tenido una estrecha relación con la UPM y, concretamente, con los departamentos de electrónica.

Un ejemplo de actividad de cooperación fue el desarrollo de sistemas de sensores de infrarrojos para periscopios electrónicos con la ETSI Telecomunicación de la UPM.

MCCD (Mando Conjunto de Ciberdefensa)

El Mando Conjunto de Ciberdefensa es un nuevo órgano de las FAS creado hace dos años³². Desde su planteamiento se ha pretendido que el MCCD se apoye en entidades públicas y privadas en un ámbito en el que el interés de la seguridad afecta a toda la sociedad.

En relación con las universidades españolas se pueden mencionar:

- Convenio marco y definición de tres proyectos de investigación con la UPM.
- Cooperación en temas de formación en ciberseguridad con la UCIII.

Cátedras universidad-empresa con las FAS

También pueden destacarse la creación de algunas cátedras con las FAS (generalmente, a través del CESEDEN) en universidades públicas. En algún caso, dependiendo de la universidad, han tomado un carácter tecnológico con diversos tipos de actividades (ciclos de conferencias, cursos de verano, impartición de asignaturas, estudios, premios, etc.) aunque no orientado a la realización de proyectos de I+D por las propias características de las cátedras.

Realización del doctorado en cooperación con las FAS

Desde el comunicado emitido por los ministros europeos responsables de la educación superior en la «*Conferencia de Bergen*» (2005) se destaca la importancia de la educación superior universitaria en la mejora de la I+D+i y la importancia de la investigación en el apoyo de la función docente universitaria (BOE, 2011a). El «doctorando» se considera desde 2011 «*Personal Investigador en Formación (PIF)*» con derechos y obligaciones recogidos en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (BOE, 2011b).

Asimismo, las últimas modificaciones efectuadas en España relativas a los estudios de doctorado establece la actividad alrededor de la realización de la **tesis doctoral** sin que exista necesariamente una actividad lectiva sino enfocada hacia la actividad investigadora (BOE, 2013).

Por esta razón ha parecido conveniente enmarcar la cooperación con las FAS en la realización del doctorado dentro del presente capítulo de cooperación en la actividad investigadora y no dentro al correspondiente a la cooperación educativa. A ello se suma el interés español (compartido con otros países de la UE) en promover e incrementar la importancia del doctorado industrial.

³² Orden Ministerial 10/2013, de 19 de febrero, por la que se crea el Mando Conjunto de Ciberdefensa de las Fuerzas Armadas. Boletín Oficial del Ministerio de Defensa. Núm. 40 Martes, 26 de febrero de 2013 Sec. I. Pág. 4154.

España ha regulado recientemente el apoyo a los denominados doctorados industriales (BOE, 2015) como forma de acercar la realización de los estudios de doctorado a las necesidades de la empresa en un contexto coordinado en la UE. Así, se indica:

Los doctorados industriales, como actuación sintonizada con los principios de la formación doctoral innovadora (IDTP, en sus siglas en inglés) desarrollados por la Comisión Europea, se asientan sobre una triple premisa. En primer lugar, se enmarcan en una investigación industrial de excelencia, como así lo atestigua que el principal criterio de evaluación de las propuestas sea precisamente la calidad de la actividad. En segundo lugar, persiguen ofrecer a los doctorandos un entorno de trabajo atractivo, estimulante, multidisciplinar y sostenible. Y en tercer lugar, incorporan medios de control de calidad del proceso en su conjunto, desde el reclutamiento hasta la obtención del doctorado, como así lo corrobora que los méritos curriculares de los candidatos propuestos sea otro de los criterios fundamentales de evaluación de esta actuación y que la obtención efectiva de las tesis sea un punto de seguimiento específico en la valoración de la ejecución de las ayudas³³.

Este nuevo panorama abre la posibilidad de concebir la cooperación en el doctorado para las FAS desde dos puntos de vista complementarios:

- El interés que puede tener para el **desarrollo profesional especializado de oficiales de las FAS** que cursen estudios de doctorado en un programa de doctorado implementado por una universidad española.
- El interés en apoyar la **realización de tesis doctorales de temática de defensa** por parte de estudiantes «civiles» en programas de doctorado universitarios que acuerden con las FAS su realización.

En ambos casos, únicamente nos vamos a referir en este capítulo a la realización de tesis doctorales en el contexto de la investigación y desarrollo tecnológico y no en aspectos socioeconómicos.

En el primero de los casos, orientado a que miembros de las FAS puedan desarrollar una tesis doctoral debe diferenciarse el interés específico que pueda tener su realización por algunos componentes de las FAS a nivel personal y el interés institucional por parte de las FAS en que consigan ese nivel formativo.

³³ Las ayudas de una duración máxima de cuatro años tienen como objetivo la formación de doctores en empresas mediante la cofinanciación de los contratos laborales del personal investigador en formación que participen en un proyecto de investigación industrial o de desarrollo experimental que se desarrolle en la empresa, en el que se enmarcará su tesis doctoral, a fin de favorecer la inserción laboral de investigadores en las empresas desde los inicios de sus carreras profesionales, contribuir a la empleabilidad de estos investigadores y promover la incorporación de talento en el tejido productivo para elevar la competitividad del mismo.

Si se tratase de un interés personal de superación contará con una problemática asociada al tiempo en el que puede desarrollar su tesis doctoral (al margen de sus obligaciones en el puesto que ocupe), estará sometido a los procesos de ascensos y traslados que puede suponer un freno a su desarrollo en tiempos limitados³⁴ y, finalmente, la inexistencia de un proceso explícito de reconocimiento institucional por el Ministerio de Defensa que aliente y premie el esfuerzo; en ese último caso, sí se reconoce con una puntuación específica en concursos internos (aunque sea por el nivel alcanzado y no por la temática específica).

En el caso de focalizar la discusión sobre la realización de tesis doctorales de carácter tecnológico puede ser necesario utilizar laboratorios o equipos complejos existentes en la universidad. Para aquellos miembros de las FAS.

En el segundo de los casos, se trata de establecer un modelo de realización de tesis doctorales en cooperación entre la universidad y las FAS que asegure el interés en la temática abordada. Desde un punto de vista práctico la realización de las tesis doctorales desde esta segunda perspectiva tiene tres elementos principales que será necesario abordar conjuntamente:

- **Elección de la temática de interés para Defensa.** El objetivo es que las tesis doctorales puedan centrarse en un tema de interés de las FAS que haya sido propuesto por alguna de sus unidades. Este proceso debe realizarse en consenso con el programa de doctorado y siguiendo los procedimientos que tenga establecidos la universidad en cuestión.
- **Condiciones de la realización en unidades de las FAS.** La realización de la tesis doctoral debería estar sufragada por algún tipo de convenio o, en su caso, adscrita a un proyecto financiado por el programa COINCIDENTE. Un caso especial hacia el futuro es la realización de las tesis doctorales en los CUD. En nuestra opinión, no parece sencillo que existan programas doctorales en ellos mismos pero sí que se puedan acordar con las universidades de las que dependen o incluso con otras.
- **Publicaciones y/o visibilidad de los resultados alcanzados.** Una tesis doctoral está sometida a los procedimientos de lectura y defensa establecidos en la normativa española. Ello exige, por tanto, disponer públicamente de un documento (memoria de tesis doctoral) con los resultados alcanzados obviamente, esta es una condición esencial para su aprobación. Además, la mayor parte de las universidades establecen para la lectura la necesidad de que el alumno haya publicado con anterioridad algún artículo en alguna revista científica indexada. Estas condiciones imponen unas restricciones en el tema de tesis y en la documentación

³⁴ El riesgo derivado puede residir en la obsolescencia del tema en el que se trabaje y la dificultad en acceder a laboratorios especializados existentes en la universidad en el caso de que la tesis tuviera un carácter experimental que no es posible realizar sin una presencia continua.

manejada para el desarrollo de la misma que debe conocerse con anterioridad por todas las partes implicadas.

En resumen, se puede concluir que **la realización de tesis doctorales no constituye ninguna prioridad actual para las FAS**. Su utilidad desde el punto de vista institucional (no el personal) crecerá en la medida que las actividades de investigación se fortalezcan, interese atraer talento joven investigador hacia el campo de la Defensa (de la misma forma en lo que lo hace DARPA), y se pretenda generar un ecosistema investigador sobre las FAS en las que las universidades jueguen un papel relevante.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El presente capítulo 3 ha pretendido revisar someramente la cooperación entre las FAS y las universidades en materia de I+D e innovación. Del análisis efectuado se pueden extraer tres **conclusiones principales**:

- a. Las universidades españolas han aceptado progresivamente la cooperación con las FAS desapareciendo las reticencias iniciales. A ello ha contribuido el efecto balsámico de la extensión del ámbito a la «seguridad» y a la participación conjunta con la industria del sector de defensa y seguridad que ha permitido un acercamiento a la realidad de este tipo de actividad en un sector de alta tecnología como es este. Sin embargo, aunque existe un mejor conocimiento mutuo entre ambas partes aún es necesario profundizar en la cultura de defensa y seguridad integrando en ella de forma natural la ciencia y la tecnología como puede ser el ámbito del doctorado.
- b. Existen pocas actuaciones de partenariado tecnológico estables a largo plazo entre las FAS (y sus centros de I+D o unidades tecnológicas altamente sofisticadas) y las universidades (déficit de laboratorios y centros conjuntos de investigación); se mantiene aún una visión ligada a la existencia de proyectos de I+D individuales de escaso peso y volumen económico. Existen algunos centros mixtos entre los OPI como es el caso del Centro de Astrobiología del INTA con el CSIC.
- c. La cooperación en el marco de programas internacionales (como H2020, EDA, ESA o NATO) son aún escasas pero dota de un contexto de cooperación con otros actores que debería servir también de profundización a las relaciones en España.
- d. Escasa cooperación en los procesos de innovación a los que les falta también continuidad y masa crítica que permita disponer de unidades que compitan internacionalmente. Concretamente:
 - i. Sigue existiendo un escaso uso de grandes instalaciones compartidas,

- ii. Demostradores tecnológicos,
- iii. Proyectos piloto de nuevas tecnologías y ensayos sobre las mismas,
- iv. Generación de *spin-offs* en el sector.

Como ya se ha indicado en la introducción a este capítulo no se ha abordado expresamente la cooperación existente en el marco del programa COINCIDENTE que se expondrá en detalle en el siguiente capítulo de este Cuaderno de Estrategia y, por tanto, no se hacen comentarios a él.

Recomendaciones

Mirando hacia el futuro la pregunta clave es la siguiente: ¿Se desea realmente configurar un **ecosistema de innovación** alrededor de las FAS? En el supuesto de que la respuesta a esa pregunta sea positiva convendría preguntarse si estamos dispuestos a hacer el esfuerzo de incorporar a las universidades tecnológicas españolas a ese esfuerzo colectivo y si la nueva situación creada con la reorganización que ha conducido al nuevo INTA puede ser un catalizador de la misma.

Como resultado del análisis efectuado **recomendamos** actuar en las siguientes líneas de trabajo no excluyentes:

1. Concebir la actividad de los centros de I+D de Defensa bajo el concepto de innovación abierta estimulando y formalizando la relación con las universidades y otros OPI.

No es posible pensar que ese proceso en el ámbito que nos ocupa pueda llevarse a cabo exclusivamente por el interés individual; por el contrario, requiere una implicación institucional.

2. Apoyar el establecimiento de laboratorios conjuntos con el INTA (como OPI adscrito al Ministerio de Defensa) en un modelo de actuación similar al que han seguido otros OPI (CSIC, INIA, etc.) con las universidades públicas españolas.

Estos laboratorios conjuntos (regulados por convenio) en diversas universidades deberían abordar actividades de I+D focalizadas tecnológicamente en aspectos militares y civiles.

3. Establecer una mayor cooperación en el desarrollo de tecnologías duales bajo una visión interdisciplinar. Ello debe enmarcarse tanto en el Plan Director de Defensa como en el PN de I+D+i.
4. Replantear la cooperación entre los CUD y las universidades en la actividad de I+D orientada al establecimiento de acuerdos con los programas de doctorado universitarios en el supuesto de que se desarrolle el ámbito de la formación doctoral (al unísono con la investigadora) en alguno o todos los CUD. Esta cooperación debería apoyarse en programas de movilidad entre las universidades y las FAS a través de los CUD que permitan en la formación de posgrado complementar la formación de los oficiales.

5. Cooperación en la elaboración y actualización de informes de vigilancia e inteligencia tecnológica de universidades tecnológicas con los observatorios de la DGAM. Una sugerencia en este sentido es la creación con universidades de «redes de observación tecnológica» con énfasis en tecnologías de doble uso.
6. Realizar, a través de las cátedras institucionales localizadas en las universidades relacionadas con la Defensa (como las de CESEDEN, ISDEFE o de empresas del sector de la Defensa y Seguridad), estudios específicos sobre inteligencia tecnológica en los sectores de Defensa y Seguridad (en colaboración con la DGAM).
7. Creación de un programa «*mini-DARPA universitario*» español que, de forma activa, y no únicamente seleccionando propuestas de proyectos de I+D que se presentan a determinadas convocatorias, promueva la realización de programas de investigación sostenidos en el tiempo con las universidades en determinadas áreas prioritarias.

Aunque todas las recomendaciones efectuadas pueden tener una complejidad administrativa en su puesta en marcha, desde un punto de vista estratégico nos centraremos expresamente en la denominada *mini-DARPA universitario* cuyo diseño y puesta en marcha puede significar un salto cualitativo respecto de la situación actual. Expresamente, consideramos que un programa de esa naturaleza debería disponer de los siguientes elementos clave:

- 1) Necesidad de definir y articular un programa multianual para la universidad y organismos públicos de investigación (OPI) en periodos plurianuales con prioridades estratégicas definidas por el Ministerio de Defensa.
- 2) El programa debería implementarse mediante la publicación de convocatorias específicas anuales que sean evaluadas por su relevancia científico-técnica y oportunidad.
- 3) Debería existir un conjunto de subprogramas asociados (con convocatorias o con anexos específicos no necesariamente independientes):
 - a. Realización de proyectos de I+D e innovación,
 - b. Movilidad a y desde unidades de las FAS,
 - c. Creación de laboratorios conjuntos,
 - d. Apoyo a la participación internacional,
 - e. Doctorados en las FAS,
 - f. Uso conjunto de infraestructuras.
- 4) La financiación del programa debería estar contemplada dentro del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 (o posteriores) como una «acción estratégica» adicional.

Referencias

1. BOE (2011a). Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. Núm. 35, jueves 10 de febrero de 2011. Sec. I. Pág. 13909.
2. BOE (2011b). Boletín Oficial del Estado. Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. BOE n.º 131 de 2 de junio de 2011.
3. BOE (2014). Resolución 420/38137/2014, de 9 de octubre, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio de aplicación del Convenio marco con la Universidad de Sevilla, para emprender colaboración entre el Ministerio de Defensa-Ejército del Aire y la Universidad de Sevilla en diversas áreas de interés común en el campo de la cooperación académica, científica, cultural, y la realización de prácticas académicas tuteladas en unidades, centros y organismos del Ejército del Aire por alumnos pertenecientes a facultades y escuelas de esta universidad. BOE n.º 256, miércoles 22 de octubre de 2014 Sec. III. Pág. 85696 <http://www.boe.es/boe/dias/2014/10/22/pdfs/BOE-A-2014-10725.pdf>
4. BOE (2015). Resolución de 9 de febrero de 2015, de la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, por la que se convocan ayudas correspondientes al año 2014, para actuaciones del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, n.º 42, miércoles 18 de febrero de 2015. Sec. III. Pág. 13538.
5. Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID – 2015. Dirección General de Armamento y Material. Diciembre de 2015. <http://www.defensa.gob.es/Galerias/dgamdocs/ETID-2015.pdf>
6. Estrategia industrial de Defensa. Secretaría de Estado de Defensa. 2015. <http://www.defensa.gob.es/Galerias/dgamdocs/estrategia-industrial-defensa-2015.pdf>
7. Estrategia española de ciencia y tecnología y de innovación 2013-2020. Ministerio de Economía y Competitividad. http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia_espanola_ciencia_tecnologia_Innovacion.pdf
8. Plan Estatal de investigación científica, técnica y de innovación (2013-2016). http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Plan_Estatal_Inves_cientifica_tecnica_innovacion.pdf
9. Programa de Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas (COINCIDENTE). Ministerio de Defensa. <http://www.defensa.gob.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/programas/programa-coincidente/>
10. Excerpt from Critical Space Technologies for European Strategic Non-Dependence List of Urgent Actions for 2012/2013 Update for the 2015 Call of Horizon 2020. June 2014. <https://research.cvut.cz/>

- uploads/attachment/1553/1620108-european_non-dependence_list_call_2015_v9_en.pdf
11. H2020 (2013). REGULATION (EU) No 1291/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2013 establishing Horizon 2020 - the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) and repealing Decision No 1982/2006/EC. Official Journal of the European Union 20.12.2013. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/legal_basis/fp/h2020-eu-establact_en.pdf
 12. EU funding for Dual Use: A practical guide to accessing EU funds for European Regional Authorities and SMEs. European Commission (Enterprise and Industry). October 2014. https://eu2015.lv/images/Kalendars/MFA/EU_funding_for_Dual_Use_-_Guidebook.pdf
 13. Strategic Trends Programme: Global Strategic Trends - Out to 2045. Fifth Edition. Ministry of Defence UK.
 14. The development of a European Defence Technological and Industrial Base. Directorate General for external policies. European Parliament. Policy Department. EXPO/B/SEDE/2012/20. June 2013.
 15. V. Ortega, M. Gamella, R. Coomonte, A. Quiñones. Investigación, desarrollo e innovación. I+D+i en el sector de la Defensa. Cuadernos Cátedra ISDEFE-UPM N° 2. ISBN 978-84-7402-345-9. Octubre 2007.
 16. Multiples Futures Project. Navigating towards 2030. Final Report. NATO. April 2009.
 17. European Innovation Scoreboard 2009. Pro Inno Europe Paper No.15. Enterprise and Industry. European Commission. ISBN 978-92-79-14222-2. 2010.
 18. The role of Community research policy in the knowledge based economy. Expert Group Report. European Research Area. European Commission. EUR 24202 ISBN 978-92-79-14323-6. 2010.
 19. EDA (2009). La Agencia Europea de Defensa: pasado, presente y futuro. Monografías del CESEDEN. N° 107. Enero 2009.
 20. EDA (2010). European Defence Agency: past, present & future. Ministerio de Defensa. ISBN: 978-84-9781-548-2. Febrero. 2010.
 21. EDA (2015). European Defence Agency. Annual Report 2014. Febrero 2015. <http://www.eda.europa.eu/docs/default-source/eda-annual-reports/eda-annual-report-2014>
 22. N. Paradiso (2013). The EU Dual Approach to Security and Space Twenty Years of European Policy Making. Report 45. European Space Policy Institute. August 2013.
 23. Directiva de Defensa Nacional: Por una defensa necesaria, por una defensa responsable. Presidencia de Gobierno. Junio 2012.
 24. ETID (2010). Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID 2010 DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL Subdirección General de Tecnología y Centro. Julio 2010.

25. Jordi Molas (2011): La industria de seguridad y defensa ante un nuevo sistema de innovación: implicaciones para la política industrial española. Cátedra ISDEFE-UPM.
26. V. Ortega, M. Gamella, R. Coomonte, E. Illescas y C. Martí. Investigación, desarrollo e innovación en el sector de la Defensa. Análisis de la situación (1998-2008). Cuadernos Cátedra ISDEFE-UPM n.º 7. ISBN: 978-84-7402-367-1- Enero 2010.
27. Science for Peace and Security. SPS Key priorities. NATO. <http://www.nato.int/cps/en/natohq/85291.htm>
28. NATO (2014). NATO: The Secretary General's Annual Report 2014. http://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2015_01/20150130_SG_AnnualReport_2014_en.pdf
29. European Defence Agency: past present and future. Ministerio de Defensa. ISBN: 978-84-9781-548-2. 2010.
30. La Defensa del futuro: innovación, tecnología e industria. Cuadernos de Estrategia n.º 154. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Octubre 2011.
31. J. Santamaría del Pozo (Dir.). La cooperación entre lo civil y lo militar. Visión de los protagonistas y propuestas para el mundo de la cooperación. Instituto Universitario Ing. Gutiérrez Mellado. UNED. 2007. http://iugm.es/uploads/tx_iugm/LIBRO_cooperacion_civilymilitar.pdf
32. Vannevar Bush, *Science-The Endless Frontier: A Report to the President* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1945).
33. Nayanee Gupta Brian J. Sergi Emma D. Tran Rashida Nek Susannah V. Howieson: Research Collaborations between Universities and Department of Defense Laboratories. Science & Technology Policy Institute. IDA Document D-5230. July 2014.
34. John W. Lyons. Army R&D Collaboration And The Role of Globalization In Research. Center for Technology and National Security Policy National Defense University. July 2008. <http://ctnsp.dodlive.mil/files/2013/07/DTP-051.pdf>
35. H. Etzkowitz: beyond the frontier: the convergence of military and civilian R&D in the US. Science Studies Vol. 7 (1994), no. 2. Págs. 5-22. http://sciencetechnologystudies.org/system/files/1994_2_beyondth.pdf
36. European defence cooperation: State of play and thoughts on an EU army. Briefing March 2015. European Parliament. PE 551.346. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/551346/EPRS_BRI\(2015\)551346_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/551346/EPRS_BRI(2015)551346_EN.pdf)
37. D. Raitt. Academic and Industrial Cooperation in Innovative Space Research. ESA bulletin 98 — june 1999. <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet98/RAITT.PDF>
38. J. Robinson y M. Romancov: The European Union and Space: Opportunities and Risks. Non-proliferation Papers. No.37. January 2014. www.si-

- pri.org/research/disarmament/eu-consortium/publications/nonproliferation-paper-37.pdf
39. Donald Alexander Downs, Ilia Murtazashvili: *Arms and the University Military Presence and the Civic Education of Non-Military Students*. Cambridge University Press. February 2012. **ISBN:** 9780521156707. <http://www.cambridge.org/us/academic/subjects/politics-international-relations/politics-general-interest/arms-and-university-military-presence-and-civic-education-non-military-students?format=PB>
 40. Daniel FIOTT, Renaud BELLAIS: A 'GAME CHANGER'? THE EU'S PREPARATORY ACTION ON DEFENCE RESEARCH. ARES Policy Paper. April 2016. <http://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2016/04/ARES-Group-Policy-Paper-Fiott-and-Bellais-04-16-OK.pdf>

ANEXO I. Capacidades en relación con las FAS desde una universidad tecnológica

Dado el carácter dual de las tecnologías implicadas en la actividad de I+D en Defensa y Seguridad, el posible uso de las capacidades de la UPM puede ser muy elevado. Centrándose en aplicaciones para la Seguridad, la siguiente lista resume áreas de actividad científica y tecnológica en la que existe o ha existido recientemente actividad específica:

- Sistemas de apoyo a la toma de decisión:
 - o Control y gestión de recursos en tiempo real,
 - o Sistemas de simulación para entrenamiento,
 - o Gestión de catástrofes,
 - o Sistemas de localización y control de acceso,
 - o RFID para control de acceso.
- Sistemas de vigilancia perimetral y en áreas extensas:
 - o Teledetección y posicionamiento satélite (GMES y Galileo),
 - o Identificación de obstáculos en vías,
 - o Biometría,
 - o Detección de mercancías robadas,
 - o Gradimetría magnética para detección de armas,
 - o Reconocimiento de locutor en entornos ruidosos.
- Materiales y explosivos:
 - o Materiales livianos de resistencia a impactos,
 - o Blindajes personales o en transporte,
 - o Caracterización de composición de explosivos,
 - o Desactivación de artefactos (bombas lapa).
- Sensores:
 - o Sensores magnéticos,
 - o Sensores ópticos e infrarrojos,
 - o Sensores radar,
 - o Sensores biológicos.
- Robótica:
 - o Robots especiales para acceso.
- Seguridad y control de comunicaciones:
 - o Algoritmos, sistemas y equipos criptográficos,
 - o Interceptación de comunicaciones de Internet,
 - o Mecanismos de hand-off de comunicaciones,
 - o Sistemas distribuidos de protección y localización en comunicaciones móviles,
 - o Sistemas de inteligencia ambiental,
 - o Aplicaciones de tarjeta inteligente,

- o Control de acceso a redes y sistemas mediante tecnologías de defensa perimetral,
- o Acceso seguro a intranets privadas desde terminales móviles, y
- o PDA.

ANEXO II. Áreas prioritarias de seguridad, protección y defensa en el Plan Estatal

RETO EN SEGURIDAD, PROTECCIÓN Y DEFENSA

El proceso de globalización iniciado en décadas precedentes se traduce finalmente en una creciente interdependencia que incrementa la vulnerabilidad de nuestra sociedad y de los ciudadanos así como de las instituciones, principios y valores que han permitido el desarrollo de los principios de convivencia y gobernanza de las sociedades europeas. La naturaleza de este RETO es de carácter global y de primera magnitud como consecuencia de los acontecimientos internacionales y de los procesos de cambio social, político y estratégico que están teniendo lugar.

El objetivo de este RETO es contribuir al desarrollo de tecnologías e innovaciones que refuercen la seguridad y las capacidades de defensa a nivel nacional y permitan el desarrollo de un tejido tecnológico de seguridad y defensa competitivo a nivel internacional.

Entre las referencias principales con las que se alinean las acciones programáticas y objetivos tecnológicos contemplados en este RETO destaca la «Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID)», estrategia del Ministerio de Defensa para el desarrollo de tecnología de aplicación a seguridad y defensa.

Las prioridades científico-técnicas que se contemplan en el marco de este RETO incluyen, entre otras, las siguientes:

- I. **TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES**
Para puestos de mando y centros de control; ciberseguridad de redes, sistemas y software, especialmente en infraestructuras críticas; sensores y procesamiento y distribución de información para inteligencia, vigilancia y reconocimiento.
- II. **TECNOLOGÍAS DE SIMULACIÓN PARA EL APOYO A LA DECISIÓN Y EL ADIESTRAMIENTO.**
- III. **TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN A LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS,** especialmente frente a impactos balísticos, artefactos explosivos y amenazas NBQ y de protección de plataformas e instalaciones críticas y control de fronteras, así como tecnologías de apoyo a las condiciones de operación de las personas como la carga física, la conectividad y otros factores humanos incluyendo los aspectos biométricos.
- IV. **TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN A PLATAFORMAS** especialmente las relacionadas con los materiales, las soluciones energéticas y su funcionamiento no tripulado -UAV, UGV-.

Las actuaciones que se contemplan incluirán iniciativas destinadas a potenciar la colaboración entre: (1) los agentes del Sistema para la obtención de

demostradores y prototipos de sistemas relacionados con los equipos y sistemas de interés para la seguridad y defensa mediante programas de ámbito nacional (p.ej. Programas Nacionales del Ministerio de Defensa) como internacional (p.ej. Programas de I+D en cooperación, y los Programas de la Agencia Europea de Defensa-EDA); (2) los Centros Tecnológicos de Defensa y el tejido tecnológico nacional para el desarrollo de soluciones innovadoras en el ámbito de seguridad y defensa; (3) la comunidad tecnológica nacional en el ámbito de la I+D en seguridad y defensa a través del Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa.

Asimismo, y en estrecha coordinación con el Programa COINCIDENTE del Ministerio de Defensa, se potenciará el aprovechamiento de las investigaciones y desarrollos existentes, principalmente en universidad y PYME, para la incorporación de soluciones tecnológicas innovadoras en aplicaciones de seguridad y defensa.

ANEXO III. Lista de acrónimos

AGE: Administración General del Estado.

BIC: Business Incubator Centre.

BOE: Boletín Oficial del Estado.

CAB: Centro de Astrobiología.

CE: Comisión Europa.

CEHIPAR: Centro de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo.

CESEDEN: Centro de Estudios de la Defensa Nacional.

CIDA: Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada.

COINCIDENTE: Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas.

COSME: Competitiveness for Small and Medium Enterprises.

CRADA: Cooperative Research and Development Agreement.

CSDP: Common Security and Defense Policy.

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

CUD: Centro Universitario de la Defensa.

DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency.

DGAM: Dirección General de Armamento y Material.

DOD: Departamento de Defensa (EE. UU.).

EDA: Agencia Europea de Defensa (European Defence Agency).

EECTI: Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación.

ETD: Estrategia Tecnológica de la Defensa.

ETID: Estrategia de Tecnología e Innovación de la Defensa.

ETSI: Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

ESA: Agencia Europea del Espacio (European Space Agency).

FAS: Fuerzas Armadas.

FEDIT: Federación Española de Centros de Innovación y Tecnología.

FPS: Floating Point Systems.

GMES: Global Monitoring for Environment and Security.

H2020: Horizonte 2020.

ICET: Innovative Concepts and Emerging Technologies.

IDTP: Principios de la Formación Doctoral Innovadora.

IEEE: Instituto Español de Estudios Estratégicos.

IMDEA: Instituto Madrileño de Estudios Avanzados.

INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

ISDEFE: Ingeniería de Sistemas para la Defensa.

ISOM: Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología.

ISS: International Space Station (Estación Espacial Internacional).

ITM: Instituto Tecnológico de La Marañosa.

I+D: Investigación y desarrollo.

JIP: Joint Investment Program.

JRC: Joint Research Centre.

KET: Key enabling technology.

LOU: Ley Orgánica de Universidades.

MCCD: Mando Conjunto de Ciberdefensa.

NATO: North Atlantic Treaty Organization (OTAN).

NBQ: Nuclear, biological and chemical.

OPI: Organismo Público de Investigación.

PEICT: Plan Estatal de Investigación, científica, técnica y de Innovación.

PGE: Presupuestos Generales del Estado.

PIF: Personal Investigador en Formación.

PYME: Pequeña y Mediana Empresa.

RFID: Radio Frequency Identification.

RPAS: Remotely Piloted Aircraft System.

RTO: Research and Technology Organization (NATO).

SPS: Science for Peace and Security Programme.

STO: Science and Technology Organization (NATO).

TFUE: Tratado de Funcionamiento de la UE.

TRL: Technology Readiness Level.

UAH: Universidad de Alcalá de Henares.

UCIII: Universidad Carlos III.

UE: Unión Europea.

UK: United Kingdom (Reino Unido).

UPM: Universidad Politécnica de Madrid.

UPV/EHU: Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.

URJC: Universidad Rey Juan Carlos.

USOC: User Support and Operations Centre (Centro de Operaciones y Soporte a Usuarios).

YFA: Young Faculty Award.

Capítulo cuarto

El programa COINCIDENTE

José María Riola Rodríguez

Resumen

Desde hace al menos tres décadas las transferencias tecnológicas entre el mundo civil y el de defensa evidencian que los ministerios de defensa no lideran, salvo excepciones, la revolución tecnológica, siendo esta liderada cada vez más por la dinámica de los desarrollos tecnológicos de la sociedad civil. En este contexto de tecnologías duales, existe un instrumento que permite fomentar el I+D en el sector civil, y desde el mundo de la defensa debemos aprovechar este empuje para aplicar los desarrollos resultantes al ámbito militar, es el programa de Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo de Tecnologías Estratégicas (programa COINCIDENTE), que constituye un vehículo capacitador de PYME, universidades y empresas en general en aquellas áreas tecnológicas de interés para defensa. Así, se trata de un programa cuyo objetivo principal es aprovechar las tecnologías desarrolladas en el ámbito civil para su aplicación innovadora en proyectos con funcionalidad militar.

Palabras clave

Investigación, desarrollo, innovación, tecnologías.

Abstract

For at least three decades, the technological transfers between the civil and the defence world demonstrate that the defence departments do not lead, but exceptions, the technological revolution, being increasingly led by the technological development dynamics of the civil society. In this dual technologies context, there is an instrument to promote the research and development in the civilian sector, and from defence we must take advantage of this push to apply the resultant developments to the military area, it is the Program of Cooperation in Scientific Investigation and Development of Strategic Technologies (COINCIDENTE program), which constitutes a capacitor vehicle for SME'S, universities and companies in general in those technological areas of interest for defence. So, the program aim is to take advantage of the technologies developed in the civil area for innovative application in projects with military functionality.

Key words

Research, development, innovation, technologies.

Misión, visión y objetivos del Programa COINCIDENTE

Dentro de las herramientas de colaboración FAS-Universidad promovidas desde la Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación (SDG PLATIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), la misión principal del Programa de Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo de Tecnologías Estratégicas, conocido por sus siglas «COINCIDENTE», consiste en aprovechar las tecnologías desarrolladas en el ámbito civil que puedan ser de aplicación en equipos, sistemas y proyectos de interés para el Ministerio de Defensa, se trata por tanto de un programa cuyo sentido primordial es la aplicación e incorporación de tecnologías civiles, desarrolladas en universidades y empresas, a funcionalidades y operaciones militares.

Uno de los papeles de la innovación para la Defensa es crear y mantener a las Fuerzas Armadas (FAS) en la vanguardia del conocimiento tecnológico, ya que las cada vez más exigentes necesidades operativas requieren dotarse de la mejor tecnología posible. La tendencia actual de dominio de la tecnología civil y comercial, hace necesario apostar por este tipo de programas con el objeto de reducir costes y plazos para poder incorporar nuevas tecnologías y capturar los beneficios de la innovación en los sistemas militares.



Figura 1. Fragata F-100. Fuente: MDEF.

Como se ha mencionado, uno de los aspectos más importantes del Programa COINCIDENTE es su contribución al desarrollo de los objetivos del I+D+i de Defensa, persiguiendo aprovechar diversos desarrollos y avances tecnológicos llevados a cabo en el campo civil para, mediante adaptaciones o trabajos específicos, poder desarrollar sistemas capaces de cubrir las necesidades tecnológicas de nuestras FAS. La divulgación de estas necesidades tecnológicas, se ve reforzada por la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID), desarrollada desde el año 2010 por el Ministerio de Defensa y cuya última versión se publicó en diciembre de 2015, de modo que ha promovido el conocimiento por parte del tejido industrial de las necesidades que desde el ámbito tecnológico orientan el camino necesario que garantice que las FAS puedan disponer en el futuro de los equipos y sistemas necesarios para el cumplimiento de sus misiones.

Por otro lado y por su propia esencia, este programa proporciona una manera ágil de acercar los desarrollos llevados a cabo y los resultados del I+D+i en los proyectos a los posibles usuarios finales, unidades y organismos del Ministerio principalmente, acercando el I+D+i a aplicaciones reales para su mejor difusión y aprovechamiento.

Además, y no menos importante que la contribución del Programa COINCIDENTE a mejorar las capacidades de las FAS, es el acercamiento del tejido tecnológico e industrial nacional al ámbito de Defensa y el fomento y promoción de la cultura de Defensa y Seguridad en beneficio de la sociedad. Para muchas empresas, laboratorios y universidades, el Programa COINCIDENTE es el mecanismo mediante el cual interactúan por primera vez con el ámbito de Defensa, optando a una oportunidad de participar en proyectos de I+D tanto a nivel nacional como internacional, cubriendo ciertos nichos de desarrollo de tecnología en los que hasta entonces no había participado. Esta mejora de la integración de Defensa con el cada vez más amplio tejido tecnológico e industrial, realiza una importante contribución a la capacitación en algunas áreas de uso dual y producen beneficios tanto al ámbito de Defensa como al ámbito civil. Este fomento de la competitividad industrial, la orientación en la inversión de la industria, la eficacia en el empleo de los recursos propios y la cooperación, facilitan la innovación y el desarrollo tecnológico. Todos estos son factores coadyuvantes para la mejora de la competitividad industrial nacional.

Es por todo ello que la convocatoria del Programa COINCIDENTE se puede considerar de gran provecho tanto para la base tecnológica industrial nacional implicada como para el Ministerio de Defensa, ya que se ha conseguido disponer de avances tecnológicos alineados con las necesidades de las FAS en ciclos cortos de desarrollo y a bajo coste.

Además de estudios de viabilidad tecnológica, se obtienen demostradores y prototipos de sistemas relativos a la mejora de las comunicaciones, mando y control, protección de la fuerza, mejora de las plataformas, etc., proporcio-

nando resultados útiles tanto desde el punto de vista tecnológico como de su aplicación militar, e identificándose a su vez, nuevos desafíos para Defensa.

En definitiva, se puede considerar al Programa COINCIDENTE como una herramienta dinamizadora que facilita a la industria abrirse a nuevos campos de negocio, ayuda a la exportación y emprender nuevas líneas de desarrollo. De este modo, la posibilidad de capacitar a la industria en determinados nichos tecnológicos cataliza la inversión privada y abre puertas para desarrollos a mayor escala, haciendo posible la participación en programas de mayor coste y duración y favoreciendo el fortalecimiento y consolidación de sectores industriales y tecnológicos de carácter estratégico para la Defensa, así como alcanzar niveles que a futuro permitirán obtener cierto grado de autonomía y autosuficiencia en determinadas áreas tecnológicas.

En resumen, este programa impulsa la base industrial y tecnológica nacional, eleva el nivel tecnológico de nuestro entramado sectorial y apoya el acceso de la industria, universidades y centros tecnológicos y de investigación a nichos tecnológicos relacionados con la Defensa.

Innovación abierta, aplicada y finalista

Una de las características principales del programa COINCIDENTE que ha ido consolidándose progresivamente desde su inicio es la «innovación abierta» (1), término acuñado por Henry Chesbrough, profesor de la Universidad de Berkeley. La innovación abierta consiste en un enfoque estratégico, diferente al paradigma de la innovación, que busca romper las barreras y restricciones habituales consolidadas en el entorno a la hora de afrontar actividades de I+D+i. El objetivo es la apertura de conocimiento para compartir ideas con empresas, universidades, centros tecnológicos y de investigación y otros agentes buscando la colaboración, la creatividad y el reparto de riesgos. Los beneficios de la innovación abierta son con carácter general la reducción de plazos y recursos necesarios para obtener capacidades militares, el fomento de soluciones innovadoras no lastradas por limitaciones innecesarias, la transferencia de tecnología y conocimiento entre entidades, tanto empresas, como organismos públicos de investigación, universidades, administraciones públicas y la capacitación tecnológica del tejido industrial y la habilitación para la comercialización y exportación de sus productos.

Mediante un enfoque abierto de la innovación, Defensa busca los efectos positivos de la cooperación, mejorando la innovación y dinamizando la transferencia tecnológica a través del fomento de la creatividad. De este modo, las entidades proponentes tienen la libertad de plantear y proponer cualquier desarrollo tecnológico o innovación dentro de unas líneas globales de interés establecidas en la ETID (2) o de tecnologías disruptivas. Ello ha facilitado que un mayor número de empresas puedan contribuir a proporcionar diferentes soluciones ante necesidades del Ministerio y de este modo tras analizar la



Figura 2. HADA. Fuente: INTA.

idoneidad de la propuesta, evaluar los riesgos tecnológicos y demostrar la viabilidad de la aplicación militar de ciertas tecnologías, se puedan obtener innovaciones con mayor potencial disruptivo, además de importantes beneficios como la reducción de tiempos y costes en proyectos de I+D+i, aprovechando los esfuerzos en desarrollo procedentes del ámbito civil; una mayor flexibilidad en los planteamientos; la incorporación de nuevas tecnologías, conocimientos y oportunidades; la optimización de la inversión en I+D y el incremento de las posibilidades de éxito de los nuevos desarrollos.

Además, el I+D+i de Defensa debe ser aplicado, no pura investigación básica, necesitamos que finalice y llegue pronto a la manos del usuario, en este caso de alguna unidad operativa, y por ello consideramos que desde Defensa se debe apoyar mediante la financiación de programas a la innovación abierta, aplicada y finalista.

Al ampliar la base tecnológica industrial, esta combinación del conocimiento interno y externo, unida al potencial de las tecnologías duales que se desarrolla en el siguiente epígrafe, forja un poderoso instrumento que permite abrir nuevos horizontes en el paradigma tecnológico de la Defensa.

Dualidad tecnológica

En los últimos años, especialmente después del terrible suceso del 11S, el término ha recuperado su acepción original, volviendo a abarcar en su

definición todas aquellas tecnologías que tienen aplicación tanto real como potencial en el ámbito civil y militar, y que usadas indebidamente, representan una amenaza para la defensa del país. Así, se extiende el concepto de Defensa al ámbito de Defensa y Seguridad (3) (4), perdiendo el carácter estrictamente militar de la Defensa en el exterior para abarcar además la seguridad y defensa interior, donde el carácter civil toma, sin duda, mucha preponderancia.



Figura 3. Publicaciones de tecnologías de doble uso. Fuente: CUD San Javier.

En la actualidad, podemos simplificar que los actores que intervienen en los procesos de innovación es la industria que satisface esa demanda, los generadores de ciencia y tecnología que son la propia industria en su esfuerzo inversor en I+D, los laboratorios, los centros tecnológicos, las universidades y los propios clientes potenciales. En este ciclo de producción de tecnologías, las diferencias entre la aplicación al ámbito civil y militar están cada vez más difuminadas y en la mayoría de los casos varían en un pequeño conjunto de especificaciones particulares. La industria, que tiene el reto de atender la demanda de ambos sectores, en su intento de rentabilizar la inversión y minimizar los costes se convierte en el medio más activo de transferencia tecnológica entre los dos ámbitos, y son cada vez más habituales las iniciativas pensadas y financiadas de forma mixta, por instituciones civiles y militares.

Tras años de progresiva implantación, la dualidad tecnológica es constatablemente beneficiosa y ha demostrado que reduce los plazos y los recursos

necesarios para la obtención de una determinada capacidad tecnológica, reutilizando investigaciones, desarrollos y procesos. También permite reducir los ciclos de vida, mejorando los tiempos de respuesta frente a los requisitos operativos, promoviendo la innovación continua y reduciendo los plazos de amortización de tecnologías. Por último en su faceta económica, aporta una reducción de costes, debido a una mayor dimensión de los mercados.

Durante los últimos años, debido a las limitaciones presupuestarias que hemos padecido principalmente los países desarrollados, las inversiones en evolución tecnológica han disminuido, y si bien no han cesado, se han priorizado las iniciativas con el objeto de mejorar o aumentar prestaciones de los sistemas sobre infraestructuras y plataformas. Así, aun manteniendo las mismas infraestructuras y plataformas, se han llevado a cabo desarrollos evolutivos que les han permitido dotarlas de nuevas tecnologías y capacidades.

La dualidad tecnológica se ve influenciada por las similitudes en los requisitos demandados por el sector civil y militar, siendo verdad que en ocasiones las necesidades a cubrir divergen, y el grado de divergencia puede impedir que las tecnologías desarrolladas permitan cubrir todas las necesidades sin requerir de una investigación y desarrollos propios. Aunque sin duda, en la mayoría de los casos los requisitos de aplicación en ambos ámbitos no son idénticos pero sí son muy similares y en gran parte muy coincidentes (5).

Debido a su escasa flexibilidad, algunas de las tecnologías a desarrollar implican un coste elevado en su adaptación. En ocasiones adoptar mayor flexibilidad requiere relajar ciertos requisitos, que en aplicaciones militares requiere restricciones que pueden ser no asumibles, siguiendo con el ejemplo de las plataformas navales, el uso de la inspección de la construcción de la estructura de los buques por las sociedades de clasificación civiles se está generalizando en las armadas pero este uso de sistemas de uso comercial y más económicos no siempre es viable.

Un factor determinante es la demanda potencial del mercado, que puede ser de origen público, como es el caso del sector de Defensa, o tener su origen en los mercados, lo que fomentará la inversión y adaptación de tecnologías para su uso en el ámbito civil. A la hora de determinar el grado de dualidad, hay que tener en consideración las iniciativas de I+D+i existentes en ambos sectores y su alineamiento.

Son muchas las áreas tecnológicas, que en función de estos criterios, se prevé tendrán un próximo gran desarrollo e impacto. Pero sin duda existen otras áreas tecnológicas aún desconocidas o ignoradas hasta el momento que no estando previsto también tendrán de igual modo un impacto significativo y que se conocen como «tecnologías disruptivas». El establecimiento de los mecanismos de control de estas sinergias permitirá aumentar los beneficios de las inversiones y reducir el riesgo de desaprovechamiento de esfuerzos en iniciativas de investigación y desarrollo con potencial de dualidad tecno-

lógica. Esta labor de identificación y promoción de sinergias se llevan a cabo en los organismos que realizan vigilancia tecnológica, como la realizada por nuestro Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) de la SDG PLATIN, proporciona la herramienta idónea para catalizar la dualidad tecnológica, permitiendo alinear iniciativas procedentes del ámbito civil y militar, y proporcionando asesoramiento en la planificación estratégica de las actividades de I+D. Por ello el SOPT, debido a su conocimiento en las tecnologías que puedan ser de aplicación al ámbito de la Defensa y Seguridad, involucra a los diferentes actores del ámbito civil y militar, potenciando el empuje científico-técnico desde la base tecnológica hacia las nuevas tecnologías y sistemas (*bottom-up*), y analizando los posibles escenarios venideros y sus desafíos (*top-down*).



Figura 4. Logo del SOPT. Fuente: SOPT.

Adjudicación, contratación y dirección

Como se ha mencionado con anterioridad, los objetivos y prioridades tecnológicas y de investigación del Ministerio de Defensa vienen establecidos por la ETID, que se encuentra consolidada en una nueva edición desde finales del 2015.

La ETID establece una serie de Metas Tecnológicas prioritarias para la Defensa, que son organizadas en Áreas y Líneas de Actuación Funcional. La prioridad es que los proyectos del Programa COINCIDENTE se conviertan en actividades de I+D alineadas con dichas Metas Tecnológicas. Y pretende dar respuesta desde el punto de vista de tecnología e innovación a las necesidades de la Defensa, buscando orientar el tipo de actividades de I+D requeridas, así como las tecnologías más prometedoras o indispensables, a la vez que proporcionar un base para la organización nacional de I+D de Defensa y un modelo para su desarrollo en el ámbito nacional e internacional. Con estas premisas, se pueden definir los siguientes cuatro objetivos generales de la ETID:

- Establecer los objetivos tecnológicos hacia los que el MDEF prevé dirigir sus esfuerzos de manera prioritaria, de modo que le permita realizar el planeamiento y el resto de actividades tecnológicas.

- Orientar a la base tecnológica e industrial nacional sobre los intereses tecnológicos del MDEF de cara a fomentar y extender su participación en el sector de Defensa y Seguridad.
- Apoyar la coordinación con el sistema de I+D+i nacional y los organismos internacionales al I+D+i de Defensa y Seguridad.
- Mejorar la eficacia y eficiencia de la gestión de la I+D+i del MDEF.

Con estas premisas, en el proceso de selección de proyectos para el programa COINCIDENTE se consideran los siguientes aspectos:

- Interés tecnológico para Defensa: Se valoran las funcionalidades militares que incorpora el proyecto y su respuesta a las necesidades militares, así como en qué medida los trabajos y resultados esperados contribuyen a la consecución de las metas tecnológicas de las áreas establecidas en la convocatoria.
- Carácter innovador del proyecto: Se valora la mejora tecnológica y la componente de innovación, en lo que se refiere a la aplicación de las tecnologías en el ámbito militar.
- Calidad y viabilidad técnica: Se analiza el riesgo tecnológico que se asume en la realización del proyecto para lo que se tendrá en cuenta los objetivos, la experiencia y los proyectos de I+D previos y capacidades de las entidades y personal participante.
- Adecuación económica del proyecto: Se consideran aspectos como la adecuación del presupuesto, alcance y resultados esperados.
- Aspectos de gestión: Se valora la adecuación de los paquetes de trabajo y actividades, tanto al alcance del proyecto como a los resultados esperados. Igualmente, se valorará el establecimiento de un calendario acorde con los objetivos, considerando el grado de avance en las diferentes fases o hitos.

En cuanto al procedimiento para convocar procesos de selección de proyectos de I+D de interés para Defensa, en el ámbito del programa COINCIDENTE se encuentra regulado mediante la Orden Ministerial DEF/1453/2010, de 25 de mayo. Este procedimiento establece un instrumento que además de incentivar a las empresas, universidades y organismos de las diferentes administraciones públicas a que alcancen un nivel tecnológico más elevado con el objeto de satisfacer determinadas capacidades militares, permite al Ministerio de Defensa recabar toda la información posible sobre las potenciales actividades de I+D que se estén llevando a cabo en los diferentes ámbitos civiles, especialmente en determinadas áreas tecnológicas, con la intención última de que, si son de su interés, se puedan iniciar los procedimientos de contratación necesarios para su adquisición, conforme con la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.

Los proyectos seleccionados, una vez publicados en el BOE, entran en la fase contratación, donde la documentación requerida para los expedientes, consiste en una Memoria Justificativa, el Pliego de Prescripciones Técnicas

ajustado a la propuesta, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares con aspectos técnicos y económicos negociables, la Justificación del Procedimiento de Contratación y el Certificado de Insuficiencia de Medios Humanos. El procedimiento de adjudicación es negociado sin publicidad con el proponente en base a salvaguardar la idea original de la propuesta (art.154d de la LCSP 30/2007). Los derechos concernientes a la propiedad intelectual e industrial se establecen mediante relación contractual proporcional a la aportación del Ministerio de Defensa, del mismo modo que se reserva el derecho de uso del objeto del contrato para sus propios fines.

Una vez realizada la adjudicación, la SDGPLATIN de la DGAM, nombra los directores técnicos y vocales de Seguimiento para la adecuada dirección del contrato que se llevarán a cabo conforme con la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público como marco general, y con las especificidades de la Instrucción 72/2012, de 2 de octubre de la Secretaría de Estado de Defensa, por la que se regula el proceso de obtención de armamento y material y la gestión de sus programas¹ como marco particular, que para el caso que nos compete, programas de I+D, tiene aplicación supletoria a lo establecido en normativa específica en proceso de desarrollo y al cumplimiento de las líneas de actuación establecidas en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) y la Estrategia Estatal de Innovación (E2I).

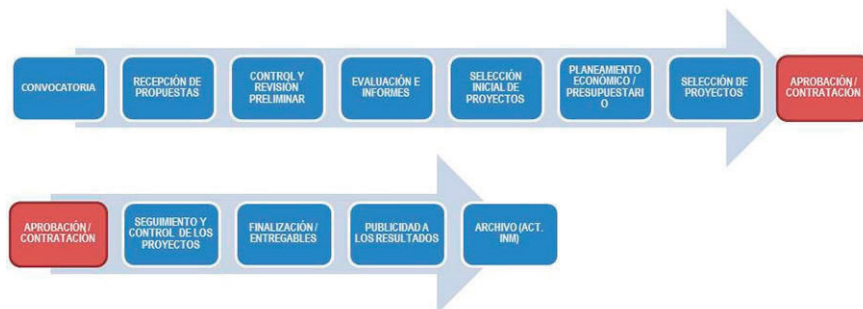


Figura 5. Proceso de gestión del Programa COINCIDENTE. Fuente: SOPT.

Evolución

El origen del Programa COINCIDENTE proviene del año 1985 de la entonces recién constituida Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CYCIT), en sustitución de la anterior Comisión Interministerial de Investigación Científica y Técnica. El objetivo del Programa fue desde su inicio concentrar esfuerzos de apoyo al I+D en tecnologías de uso dual, de interés para el Ministerio de Defensa y el entonces Ministerio de Industria,

¹ BOD 16 de octubre de 2012.

Turismo y Comercio (MICYT), con el cual se estableció un Convenio en 1986 para cooperar en este campo. Este fue uno de los primeros frutos de la por entonces denominada Subdirección General de Tecnología e Investigación (SDG TECIN) perteneciente a la DGAM, que fue creada por real decreto en 1983.

Las primeras décadas del Programa COINCIDENTE se particularizaban por un modelo de innovación de carácter más intrínseco, que pretendía satisfacer la demanda de necesidades de las FAS en aspectos concretos que requería un esfuerzo previo de I+D. Estaban fuertemente marcadas por la disponibilidad presupuestará año a año y aunque desde sus inicios ha existido una cooperación interministerial, no se realizaba una difusión muy extensa de la iniciativa.



Figura 6. Tríptico publicado en febrero de 2007 por el MDEF. Fuente: SOPT.

A partir de la segunda mitad de la década pasada el programa fue manifestando un volumen de participación importante, por el propio desarrollo del tejido industrial y por la difusión cada vez mayor que ha venido haciendo el Ministerio de Defensa (6).

Del mismo modo que el número de propuestas y proyectos en ejecución fue creciendo paulatinamente a medida que se ha ido capacitando la industria nacional, este ritmo de crecimiento se vio sesgado por las limitaciones presupuestarias acaecidas en la segunda mitad de la pasada década. De este modo, a finales de la pasada década, debido a los importantes esfuerzos del

Estado en la racionalización del gasto público, el volumen de inversión fue decreciendo hasta prácticamente desaparecer en 2010 y no ha sido hasta los primeros años de la presente década cuando se ha conseguido recuperar lentamente un cierto impulso inversor en I+D+i.

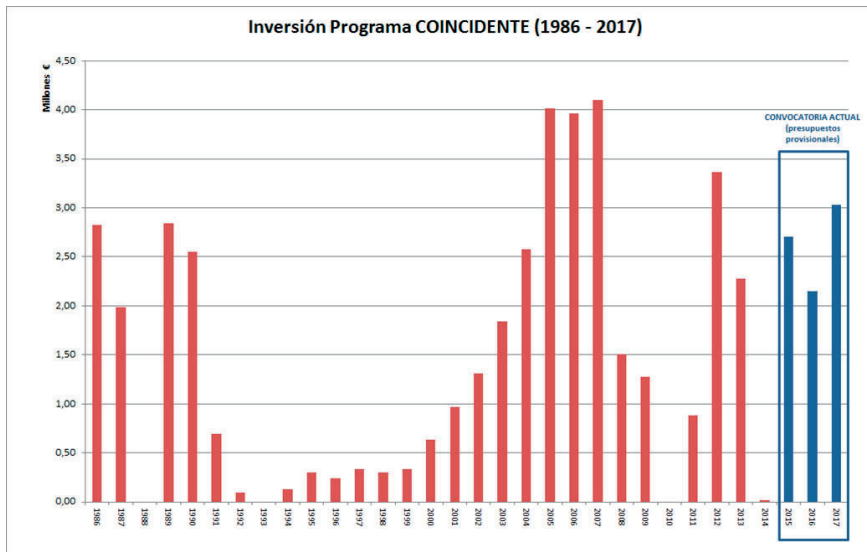


Figura 7. Inversión histórica del MDEF. Fuente: SOPT.

Así, a partir de 2010, vuelve a recuperarse el impulso inversor y además se refuerza con nuevos planteamientos tratando de fomentar una innovación más abierta para lo que el Ministerio de Defensa, a través de la recién renombrada Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) que incorporaba el nuevo instituto Tecnológico de «La Marañosa» resultado de la unificación de los Centros Tecnológicos orgánicamente dependientes de la anterior Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) trabajó en articular unos modelos de gestión del programa de una forma más eficiente, algo que fue haciéndose necesario conforme el volumen de iniciativas y propuestas. Es en 2010 cuando se regula un nuevo procedimiento que es publicado mediante O. M. DEF/1453/2010², de 25 de mayo. Desde entonces existe una convocatoria publicada en el BOE para agrupar las propuestas en un proceso selectivo, a la vez que se mantienen los plazos de 24 meses de duración de las iniciativas financiadas en periodos trianuales.

² BOE 136 de 4 de junio de 2010.

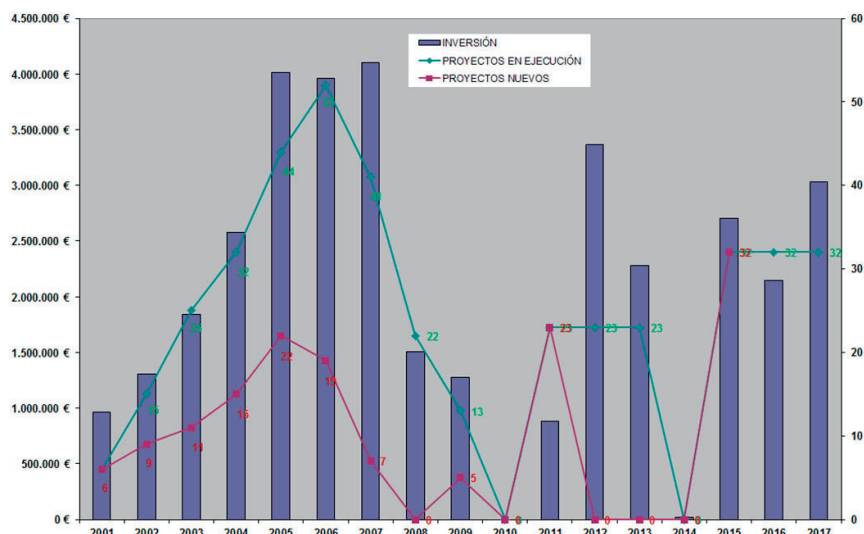


Figura 8. Proyectos iniciados y en ejecución desde el 2000. Fuente: SOPT.



Figura 9. Propuestas y proyectos contratados en la última década. Fuente: SOPT.

Desde esta primera convocatoria de 2011 (7), además de buscar una novedad tecnológica significativa, se han primado los desarrollos tendentes a la obtención de un demostrador que ofrezca funcionalidad militar constatable y que permita la participación de unidades operativas, que permiten mayores garantías mediante la validación de la solución propuesta. El resultado fue perfeccionar un vehículo que ha demostrado ser eficaz para generar una

innovación abierta que satisfaga las necesidades y desafíos de las FAS, a través de proyectos de poca entidad y duración, reduciendo así los riesgos y aprovechando la flexibilidad y capacidad innovadora de las PYME, universidades y organismos públicos de investigación, grandes empresas, etc.



Figura 10. Esquema del Programa a partir de la OM DEF/1453/2010. Fuente: SOPT.

Tras una suspensión transitoria de nuevas convocatorias debido a la falta de disponibilidad presupuestaria, los proyectos seleccionados en la convocatoria de 2011 se mantienen en ejecución durante un periodo trianual, tras el cual, se organiza una nueva convocatoria en 2014, promovida por la ya denominada Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación (SDGPLATIN), resultado de la integración de las actividades de Planeamiento de la DGAM con las de I+D. Esta última convocatoria de 2014 ha despertado gran interés en el tejido tecnológico nacional, habiéndose recibido el mayor número de propuestas desde el inicio del programa, en concreto casi duplica el número de propuestas de la última convocatoria. Además, y debido a la amplia difusión del programa por parte del SOPT muchas de las entidades interactúan en esta convocatoria por primera vez con el Ministerio de Defensa y se ha conseguido una mayor implicación de los usuarios finales en la participación de las propuestas. Este interés confluye con el objetivo del programa de dinamización y aprovechamiento de las capacidades de las PYME, centros de I+D y universidades hacia aplicaciones de interés para Defensa, ya que aproximadamente el 75% de las propuestas proceden de este tipo de entidades.

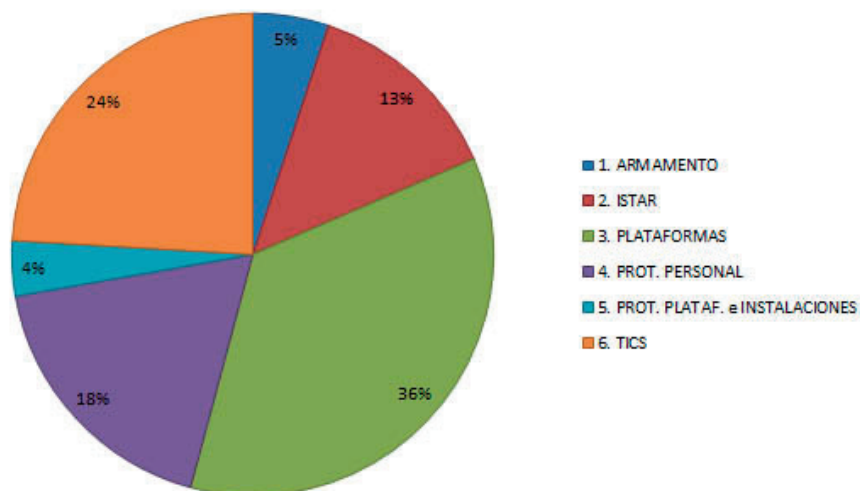


Figura 11. Distribución de propuestas del 2014 por áreas de la ETID. Fuente: SOPT.

Además, esta convocatoria ha generado una cartera de proyectos de indudable interés para Defensa, aunque desgraciadamente la limitación presupuestaria existente no ha permitido financiar todas las iniciativas como hubiera sido deseable. No obstante, quedan otras vías abiertas de financiación, como pueden ser el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), convenios con las CC. AA., etc.

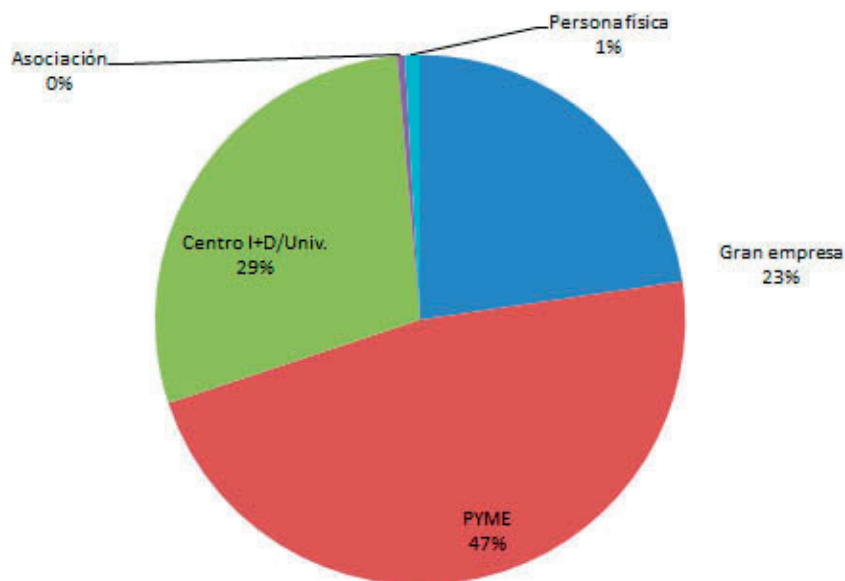


Figura 12. Distribución de propuestas 2014 por tipo de entidad líder. Fuente: SOPT.

En la última convocatoria, como sucedió en la convocatoria anterior de 2011, las propuestas más numerosas han sido sobre todo en el ámbito de las Plataformas y las TIC, seguidas del área ISTAR y Protección Personal, siendo las áreas de Armamento y Protección de plataformas e infraestructuras las que han tenido una afluencia más residual. Estos ratios refuerzan sin lugar a dudas el enfoque de tecnologías duales reclamado en el Programa COINCIDENTE.

Por otro lado, las diferentes actividades de divulgación y cooperación que ha realizado la DGAM con las diferentes instituciones autonómicas han favorecido que existan propuestas de casi la totalidad de las CC. AA., y en esta convocatoria se ha producido un aumento significativo de la distribución entre ellas. Un ejemplo de cooperación que ha fomentado esta participación es el convenio desarrollado por la SDG PLATIN con la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA) con un aumento de la participación de entidades de esta Comunidad.

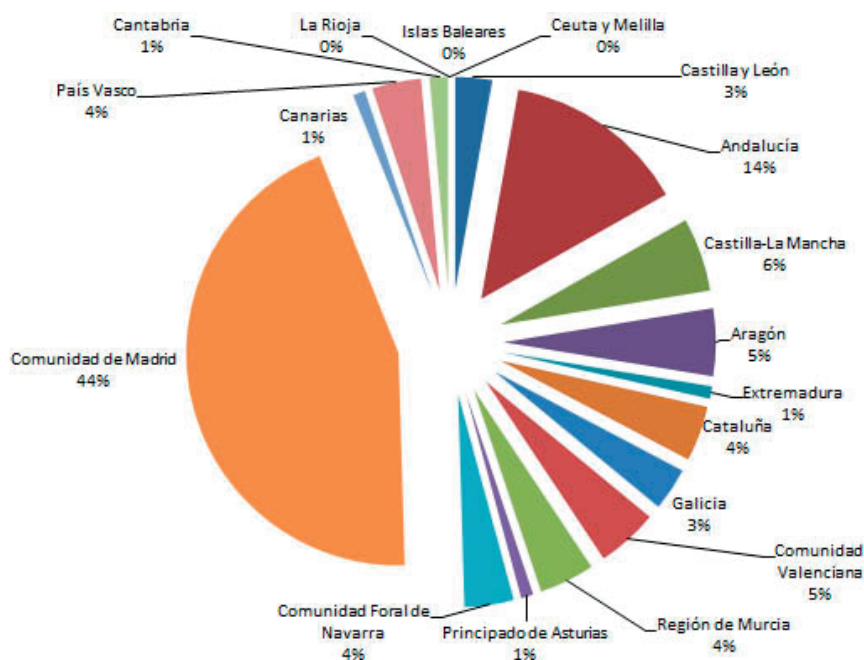


Figura 13. Propuestas del 2014 por la CCAA de la entidad líder. Fuente: SOPT.

Adaptación de un radar de vigilancia superficial de alta resolución para aplicaciones de Defensa (Proyecto ART COINCIDENTE 2011)

El despliegue de sistemas integrados de vigilancia multisensor ha tomado los últimos años un especial desarrollo debido a los avances tecnológicos, cubriendo la demanda del mercado de Defensa y Seguridad en su aplicación a la vigilancia de fronteras, la protección de infraestructuras críticas y la seguridad en misiones internacionales de las FAS. Las necesidades principales a cubrir son la detección temprana de intrusos, el seguimiento, clasificación e identificación y la gestión de los recursos disponibles para la interceptación de amenazas. Los escenarios son muy heterogéneos (desiertos, vegetación densa, fronteras fluviales, costas) con amenazas muy variables, desde transeúntes o vehículos ligeros hasta embarcaciones de cualquier tipología, lo que conlleva a una complejidad adicional. Estas necesidades tan diversas son abordadas mediante gracias a la versatilidad del despliegue de sistemas integrados de vigilancia multisensor, y donde los radares de altas prestaciones son elementos clave como sensor principal de alerta temprana en el sistema.

ART Midrange es un ejemplo de radar de vigilancia superficial de nueva generación, con alta resolución, integrable en red y específicamente diseñado para satisfacer las demandas de los usuarios finales en las aplicaciones descritas. Si bien las características previas de este sensor radar respondían a las necesidades concretas para estas aplicaciones, la adaptación a las necesidades en el ámbito militar del ART Midrange fue una tarea viable por las tecnologías empleadas, las prestaciones de partida del producto civil con capacidad de detectar a una persona caminando a 4,5 kilómetros de distancia y la metodología de diseño utilizada.

Para esta adaptación se puso en marcha un proyecto en el marco del Programa COINCIDENTE, denominado «Adaptación de un radar de vigilancia y



Figura 14. Radar y transmisor de estado sólido de vigilancia superficial ART Midrange.
Fuente: Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 44.

alta resolución para aplicaciones de Defensa (ART)», que fue llevado a cabo por Advanced Radar Technologies S.A. junto con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Tecnológico La Marañosa (ITM). Se realizó una adaptación de la cadena de procesamiento del radar a los requisitos operativos derivados de su aplicación militar, con especial énfasis en garantizar la robustez del demostrador frente las diversas condiciones ambientales. El modelado y la simulación han resultado fundamentales, ya que el uso de modelos tiene importantes limitaciones como por ejemplo, no existen modelos con un grado de realismo suficiente, como es el caso de algunos tipos de *clutter*, de naturaleza no-estacionaria. En otras, es frecuente la disponibilidad de distintos modelos a priori alternativos pero que, en la práctica, dan lugar a predicciones de prestaciones muy diferentes.

Existe un consenso de la necesidad de emplear datos de radar reales desde las fases tempranas del ciclo de vida del sistema, en primer lugar porque ayudan a seleccionar los modelos más adecuados para cada escenario concreto o incluso el desarrollo de nuevos modelos en los casos en los que los disponibles no sean representativos de la realidad, además permiten analizar los procesos de detección mediante el procesamiento *offline* de los datos reales, permitiendo alcanzar unos resultados de mayor calidad que los proporcionados por un modelo de simulación limitado. Esta fue la metodología empleada para el diseño apoyado en el uso de datos experimentales de una cadena de detección optimizada para maximizar las prestaciones de ART Midrange ante blancos de interés militar en escenarios representativos de las zonas de despliegue.



Figura 15. Instalación del radar en las instalaciones del ITM. Fuente: Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº44. SOPT.

Así, se hizo un análisis de los posibles escenarios de uso como trabajo previo al proceso de adaptación de la cadena de procesamiento del radar a los requisitos operativos. De esta manera se definieron las funcionalidades y prestaciones necesarias, la definición de un protocolo de pruebas y validación y la selección de emplazamientos con características adecuadas para la ejecución del mismo. Durante 20 meses de ensayos de campo se elaboró una base de datos donde los blancos seleccionados y el entorno utilizado fueron totalmente representativos de aplicaciones objetivo como la protección de despliegues temporales o bases operativas avanzadas.

La reducción del tamaño de la celda de resolución es una técnica inmediata para mejorar las prestaciones de un sensor radar debido a que implica una disminución de la potencia de los retornos radar no deseados que compiten con el blanco en el frecuente escenario de detección limitada por el *clutter*. Esta estrategia tiene al menos dos inconvenientes a tener en cuenta en la fase de diseño de los sistemas radar de alta resolución para poder alcanzar la mejora de prestaciones. En primer lugar, si la resolución en distancia sobrepasa un determinado valor dependiente de la aplicación, la energía procedente de los blancos se distribuirá en varias celdas de distancia adyacentes. Ajustar el tamaño de la celda de resolución a las dimensiones físicas del blanco a detectar es una manera de evitar el problema. En segundo lugar, el *clutter* en radares de alta resolución complica significativamente la derivación de esquemas de detección adecuados, por todo ello la disponibilidad de datos reales resulta de vital importancia.

El análisis estadístico de datos experimentales es requisito para determinar las estrategias de detección de alta resolución de entre las decenas de propuestas teóricas de diversa índole existentes. Por estos motivos, la disponibilidad de datos reales, tanto de *clutter* superficial como de una serie de blancos representativos, fue uno de los aspectos más interesantes del proyecto. Además, el estudio de los datos reales desarrollando una herramienta de caracterización estadística permitió determinar los aspectos a considerar en el diseño de las posibles cadenas de procesamiento. Las conclusiones obtenidas son el resultado de uno de los pocos estudios experimentales expresamente diseñados para tal fin y realizado a las elevadas resoluciones en distancia del orden de centímetros.

Las cadenas de procesamiento a evaluar se construyeron mediante la combinación de bloques funcionales diseñados para analizar el impacto en las prestaciones operativas del radar de cada uno de los tres aspectos enumerados anteriormente, para lo que se desarrolló una herramienta gráfica que permitió analizar la respuesta de 12 cadenas de procesamiento diferentes ante los datos reales disponibles. Entre las conclusiones obtenidas destaca la confirmación experimental de que la alta resolución mejora las prestaciones del sistema radar incluso para resoluciones tales que los blancos de interés resulten divididos en varias celdas de distancia.

Vehículos no Tripulados de Ámbito Naval (Proyectos BUSCAMOS y NVSNTENE COINCIDENTE 2011)

Es de sobra conocido el empleo de vehículos aéreos no tripulados (los RPA) para misiones aéreas de alto riesgo, y que pese a las limitaciones existentes en relación a su vuelo en espacios aéreos no segregados, estos sistemas han proporcionado importantes capacidades. El reto al que se enfrentan se centra en el desarrollo de normativas que les permitan volar fuera de los espacios segregados, para lo cual deberán conseguir las certificaciones correspondientes de aeronavegabilidad y dotarles de las capacidades necesarias para cumplir las reglas vigentes.

En el ámbito naval, los sistemas no tripulados es evidente que han ido a la zaga, debido principalmente a las dificultades inherentes al medio en el que operan (comunicaciones, posicionamiento, autonomía...). Es ahora cuando las Armadas han dado un paso en el estado de la técnica de sistemas no tripulados para realizar tareas demasiado peligrosas para sus naves tripuladas, asociándose principalmente a misiones de alto riesgo, como el rastreo, detección y neutralización de minas o la aproximación a buques enemigos. Es una vez más un ejemplo de las rápidas incorporaciones del conocimiento científico-tecnológico en sus sistemas del mundo dual civil-militar.

Uno de los dos proyectos que se han realizado bajo el COINCIDENTE es el sistema de Búsqueda y Localización de Objetivos Submarinos Basados en Vehículos Autónomos de Superficie y Submarinos Coordinados (BUSCAMOS). Este proyecto, desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) tenía como objetivo el diseño y desarrollo de un sistema de búsqueda, identificación y localización de objetos submarinos basado en el funcionamiento coordinado de un vehículo autónomo de superficie (USV) y un vehículo submarino autónomo (UUV).

El USV se gobierna desde una estación remota con la que se puede establecer una comunicación continua y con gran capacidad de intercambio de información, contando con capacidad de georeferencia mediante tecnologías

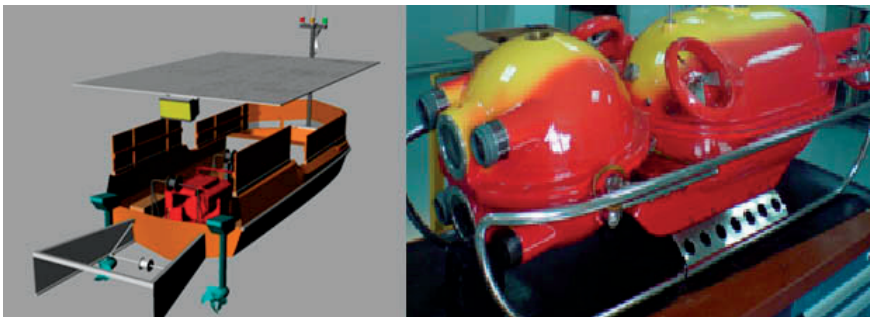


Figura 16. Infografía del USV e imagen del UUV del proyecto BUSCAMOS. Fuente: Universidad Politécnica de Cartagena.

GPS. Adicionalmente el USV incorpora dispositivos de captación de energía desde fuentes renovables, aumentando su capacidad de operación lo que le permite misiones de larga duración. Concretamente se la ha dotado con paneles solares fotovoltaicos combinados con células de combustible y un sistema de gestión de energía ligado al planificador de misiones que garantice el mayor número de horas de operación.

El vehículo porta un sistema sonar con el que llevar a cabo las maniobras de búsqueda y rastreo de objetivos submarinos. El USV pone en marcha una maniobra de identificación del objetivo desplegando el vehículo submarino autónomo asociado el cual se aproxima lo suficiente para identificar el objetivo designado. Las comunicaciones entre el USV y el UUV se llevan a cabo a través de un modem acústico bidireccional con el objeto de maximizar la capacidad de comunicación entre ambas plataformas. El objetivo final es ser capaz de automatizar al máximo las tareas de barrido y rastreo sobre amplias áreas de búsqueda, parametrizando los caminos a seguir. El sistema se supervisa desde una estación remota con acceso a todos sus niveles, desde misiones, trayectorias, control de plataforma así como al nivel de percepción o sensor-actuador. Los dos vehículos van dotados de un sistema de navegación con algoritmos de control de plataforma y evasión de obstáculos basados en redes neuronales artificiales de inspiración biológica. Estos algoritmos implantan modos de comportamiento reactivos que modifican las consignas de trayectoria en línea con el objeto de evitar colisiones. El UUV que incorpora este proyecto es un PLUTO PLUS fabricado por Gayrobot, adquirido por la Armada y cedido a la UPCT en base a un Convenio de Colaboración firmado el 15 de junio de 2010, el cual, ha sido modificado con un nuevo sistema de control, sensorización y una nueva configuración abierta.

Otro de los retos es el desarrollo de una arquitectura de aprendizaje inspirada en la neurobiología para el control sensomotor del USV. El neurocontrolador adaptativo cinemático es una red neuronal no supervisada en tiempo-real que aprende a controlar la plataforma en un entorno no estacionario, denominándose red neuronal de mapa de dirección autorganizada (SODMN) que combina un aprendizaje asociativo para generar transformaciones entre coordenadas espaciales y velocidades. Estas transformaciones son aprendidas en una fase de entrenamiento no supervisado durante el cual el vehículo marino aprende las relaciones entre la velocidad de los propulsores y los movimientos incrementales resultantes.

Otro proyecto en el marco del programa sobre sistemas navales no tripulados es el denominado *Navegación de Vehículos Submarinos no Tripulados en Entornos no Estructurados (NVSNTENE)*, llevado a cabo por la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria. Su objetivo es el desarrollo de técnicas, algoritmos y equipos para dotar a vehículos submarinos no tripulados de una elevada capacidad de navegación autónoma para evitación de obstáculos. El proyecto elaboró el modelado del comportamiento dinámico de los vehículos, el diseño de un sistema de control, el desarrollo

de aplicaciones que permitan la percepción del entorno basado en la información sensorial, la generación de trayectorias y el control de seguimiento de las mismas en un entorno real con los modelos obtenidos a partir de los ensayos en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR).

Para el desarrollo de este programa se han tomado dos vehículos, el primero de ellos es el *C'Inspector* fabricado por Kongsberg. Este vehículo autónomo tiene baterías tipo «Li-poly» (*lithium polymer batteries*) que proporcionan una autonomía de 1 hora para una velocidad de 3 nudos o de 2 horas a una velocidad de 2 nudos. La propulsión proporciona una velocidad máxima de avance de 6 nudos y una máxima de marcha atrás de 3 nudos. Dispone de un sonar de navegación situado en la proa del vehículo y también de un sonar de barrido lateral, y la comunicación con el vehículo se realiza a través de un cable de fibra óptica, que lleva los datos de forma bidireccional dotando al operador la capacidad de controlar el vehículo a través del Human Machine Interface.



Figura 17. Vehículo C'Inspector. Fuente: SOPT.

Dentro del alcance del proyecto NVSNTENE se planteó realizar un soporte software utilizando la herramienta *Autohotkey*, para la adquisición de los datos de los sensores a bordo y la actuación de la propulsión del *C'Inspector* para su posterior uso en aplicaciones de control de movimientos. Otro reto del proyecto es la dinámica de los vehículos subacuáticos, con una marcada no linealidad sujeta a perturbaciones ambientales muy variantes en el tiempo. El desarrollo matemático parte de los estudios realizados por Fossen, y tiene en cuenta que estos vehículos están sometidos a los seis grados de libertad y que para la descripción del mismo son necesarias tres coordenadas para definir la traslación y otras tres para definir la orientación. Para la estimación de los parámetros del modelo, se utilizan los experimentos realizados en el CEHIPAR, en donde se realizaron ensayos de remolque a distintas

velocidades, deriva estática, *pitch* estático, *roll* dinámico, *pitch* dinámico, *yaw* dinámico, aceleración y frenada, *sway* dinámico y *heave* dinámico. Además de los necesarios ensayos adicionales para caracterizar los propulsores y las pruebas necesarias para la determinación de los momentos de inercia, el centro de gravedad y el centro de flotación del vehículo. Finalmente, otra de las áreas en la que se focaliza el proyecto consiste en la generación automática de rumbos cinemáticos de navegación que permitan sortear obstáculos y que le permitan su posicionamiento una vez establecidas las condiciones de dirección y orientación.

Destrucción de Armas Biológicas en Ropa y Armamento mediante CO2 supercrítico (Proyecto DABRA COINCIDENTE 2011)

Los métodos de descontaminación empleados en el ámbito de Defensa son tanto físicos (agua, aire caliente, luz UV, calor, etc.), que eliminan los contaminantes de superficies pero sin neutralizarlos por lo que se requiere un tratamiento posterior, como químicos (agentes oxidantes, bases fuertes, etc.), que neutralizan la contaminación pero que como resultado del proceso se obtienen sustancias tóxicas, corrosivas y dañinas tanto para el medioambiente como para las personas. Uno de los principales problemas es la descontaminación de material sensible para el que existen pocas soluciones comerciales y no del todo eficaces.

Hay líneas de investigación en marcha con objeto de sustituir los compuestos empleados por enzimas, polímeros, resinas, etc., ambientalmente seguros, biodescontaminables y con una dependencia mínima de agua. Así mismo,



Figura 18. Regimiento NBQ n° 1. Fuente: MDEF.

también se buscan tecnologías de descontaminación física eficaces (plasma a presión atmosférica, etc.). El interés tecnológico del proyecto reside en utilizar el CO_2 supercrítico (CO_2SC) como agente esterilizante, por su capacidad antimicrobiana y por su capacidad de penetración en cuerpos sólidos. El CO_2 en condiciones de presión y temperatura por encima del punto crítico (31°C y 74 bar), denominado CO_2 supercrítico (CO_2SC), es un gas denso que puede penetrar bien en sólidos para eliminar microorganismos presentando ventajas frente al tratamiento térmico convencional de esterilización. El propósito de este proyecto desarrollado por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, fue demostrar la eficacia del CO_2 a alta presión como producto esterilizante cuando se utiliza para descontaminar agentes de guerra biológica en ropas y materiales electrónicos que puedan ser utilizados por las FAS.

El CO_2 es un fluido inerte, no tóxico, accesible y barato, que en condición ambiental se encuentra en forma de gas por lo que no deja residuos en el producto final. El uso de CO_2 a alta presión en limpieza en seco de ropa es

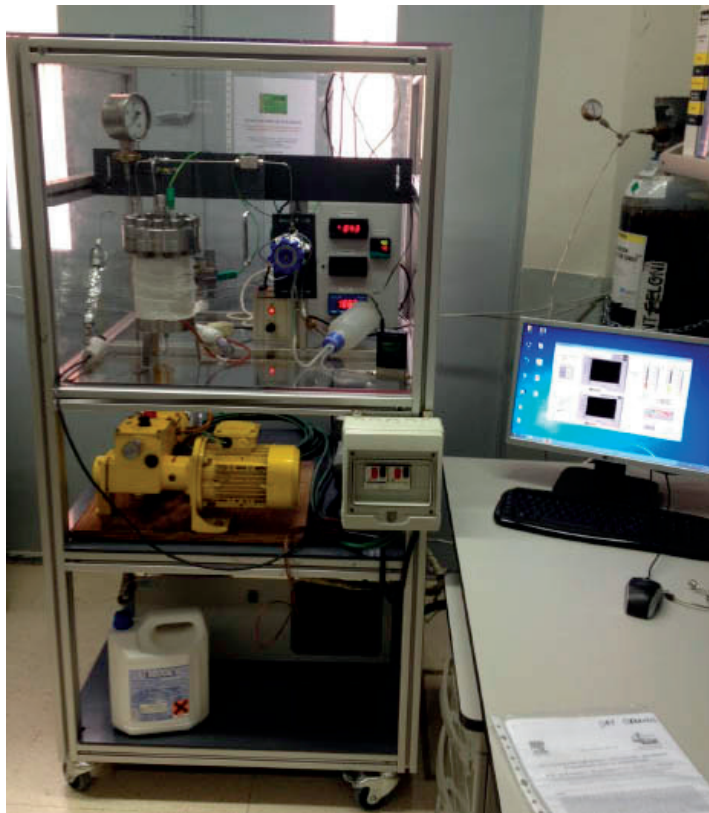


Figura 19. Imagen del demostrador puesto a punto para la esterilización con CO_2SC de tejidos NBQ y material sensible militar. Fuente: MDEF.

conocido y de hecho está comercializado, existiendo lavadoras en el mercado basadas en su uso alternativo como disolvente a tóxicos clorados, lo que permite la eliminación de grasas en los tejidos. El uso de este gas denso como agente esterilizante de agentes de guerra biológica es novedoso, no habiéndose hecho anteriormente su uso industrial.

Los objetivos del proyecto fueron el estudio de la eficacia letal del CO₂ a alta presión sobre *Bacillus thuringiensis* como simulante de *Bacillus anthracis*, la comprobación de que el CO₂ a alta presión es eficaz en la desactivación de las esporas, una vez que estas contaminen la ropa y el diseño de un prototipo escala laboratorio para tratamiento de material militar con CO₂SC. El objetivo de este proyecto está directamente relacionado con la meta 4.2.2. de la ETID «Obtener capacidad en descontaminación NBQ a través de sistemas ambientalmente seguros».

El proyecto demostró que es posible descontaminar material y vestuario militar contaminado con armas biológicas resistentes de tipo esporulado mediante la utilización de CO₂ supercrítico (CO₂SC), conforme a los estándares exigidos por la OTAN. A través de los diversos ensayos realizados a lo largo del proyecto se optimizaron las condiciones de presión, temperatura, humedad relativa y pH externo que permitan obtener la mayor eficacia junto con la máxima economía de medios, haciendo además un análisis de la calidad y comportamiento mecánico de los materiales militares.

El demostrador dio lugar a resultados tras la aplicación de CO₂SC, primero en equipamiento militar de protección individual y luego en material electrónico sensible como radios y móviles, donde se investigó la reducción de la temperatura con agua acidificada, sobre material electrónico por su naturaleza más sensible a la temperatura y los aditivos químicos. Adicionalmente, se diseñó un equipo a escala mayor de modo que pudiera ser empleado en una tienda de campaña militar tras un ataque con armas biológicas.

Sistema de simulación de fluidos y estructuras (Proyecto SIFES COINCIDENTE 2007)

La propuesta fue presentada en 2007 por NEXT LIMIT TECHNOLOGIES en colaboración con el CEHIPAR y con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ETSIN) y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos (ETSIA) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Este proyecto partía de los desarrollos realizados en un proyecto anterior CARENA del programa COINCIDENTE 2005. Su propósito era una herramienta de simulación de interacciones entre fluidos y estructuras de forma acoplada con aplicaciones a los campos naval y aeronáutico. Así, se conseguiría una importante mejora en la capacidad de análisis en situaciones como el estudio de la resistencia al avance de buques, intercambiadores de calor, difusión de partículas en chimeneas, flujos aerodinámicos alrededor de es-

estructuras y plataformas, estudio de ondas de choque de explosiones o de detección submarina. Se trataba de una investigación aplicada al estudio de los algoritmos matemáticos de simulación de fluidos y de fenómenos hidrodinámicos y aerodinámicos, y de la aceleración de cálculo mediante *hardware* gráfico de última generación. Por ello suponía una gran innovación tecnológica al desarrollo de una herramienta de cálculo de gran potencia para la simulación de procesos de interacción entre fluidos.

El análisis de la aerodinámica y del flujo turbulento generado alrededor de vehículos y estructuras es de gran interés en la industria de automoción y de construcción para determinar los estados tensionales generados. El incremento en la capacidad de cálculo de los procesos de transferencia de calor, de difusión de gases en líquidos o de interacciones entre fluidos de diferentes viscosidades permite optimizar importantes parámetros en procesos de industria pesada como diseño de reactores, tuberías, intercambiadores de calor o difusores presentando mejoras sobre los métodos de simulación empleados, especialmente en el estudio de fenómenos complejos de interacción fluido-estructura, con importantes ventajas en las etapas de diseño de ingeniería naval, civil o industrial.

Esta apuesta cubre el desfase que existe entre el desarrollo de técnicas de simulación de mecánica de medios continuos definidos en medios continuos no deformables, donde las técnicas de cálculo de estructuras basadas en el modelo de elementos finitos han demostrado fiabilidad y son ampliamente empleadas en ingeniería, por ejemplo para la estructura de un buque, mientras que no han resultado al emplearlos en medios continuos deformables, donde las herramientas CFD no han evolucionado igual para por ejemplo resolver el flujo alrededor de un buque. Este nuevo enfoque modela el fluido con un planteamiento lagrangiano, dividido en partículas discretas que movimiento libre, centrándose en definir el movimiento de dichas partículas. Para ello se estudia el problema de forma acoplada, un proceso de interacción definido entre la partícula generada en el motor de cálculo de fluidos y la frontera. Este acoplamiento entre los motores de elementos finitos que se emplea para el estudio de sólidos y el motor de cálculo de fluidos basado en SPH permite que ambos «*solvers*» trabajen de manera simultánea, lo que permite la resolución de ambos problemas. Este es el factor de mayor innovación tecnológica el permitir enfocar el análisis con detalle los procesos de interacción fluido-estructura, lo que se manifiesta en mejoras en el diseño de plataformas marinas.

Con el proyecto CARENA se mejoró el método de partículas SPH (*Smooth Particles Hydrodynamics*) que presentó importantes ventajas sobre métodos de simulación tradicionales de elementos finitos, al evitar fallos asociados al proceso de mallado por lo que permite simular entornos con mayor resolución. Una vez validada experimentalmente dicha tecnología en el CEHIPAR, se obtuvieron resultados para problemas con números de Reynolds elevados como en la resistencia al avance en buques.



Figura 20. Simulación con Real Flow. Fuente: NEXT LIMIT.

Se trabajó especialmente en el acoplamiento entre ambos *solvers* para resolver ambos problemas simultáneamente con la posibilidad de trabajar con la evolución temporal de los problemas analizados, lo que permitió el estudio de los procesos dinámicos evolutivos como turbulencia caótica o fenómenos acústicos.

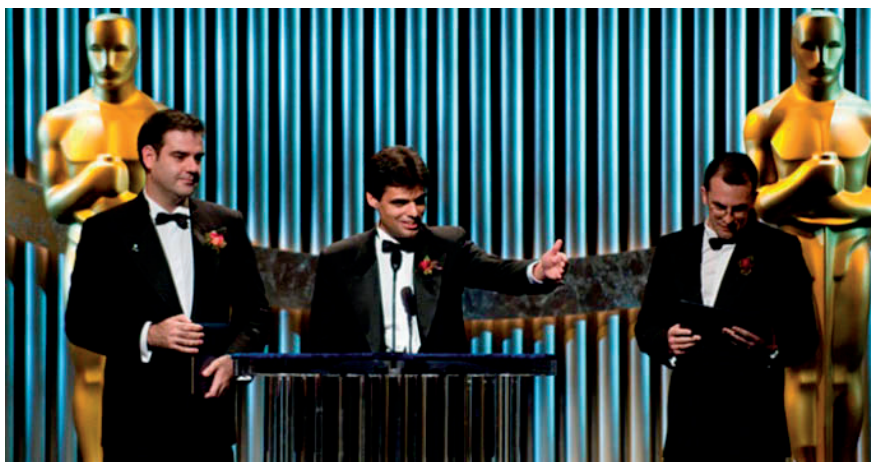


Figura 21. Ceremonia de recogida del Óscar Técnico por el software de «El señor de los anillos» en 2008. Fuente: NEXT LIMIT.

De este modo innovador, se resuelven los problemas de mallado y se puede aplicar el modelo sin restricciones a cualquier tipo de fluido. La empresa *NEXT LIMIT* consiguió con este desarrollo un producto puntero a nivel mundial, fruto de su esfuerzo y de la cooperación del MDEF, con quien mantuvo

proyectos de cooperación en el marco del Programa COINCIDENTE desde 2002 con los proyectos DYSEBIN, sobre dinámica y seguridad de buques con espacios inundados, GISEM, sobre generación de imágenes según técnicas electromagnéticas y CARENA, sobre cálculo de resistencias de estructuras navales, llegando a obtener un gran reconocimiento público al convertirse en el mejor especialista del mundo en recreación digital de fluidos, como se pudo constatar por su participación en largometrajes del calado de «El Señor de los Anillos», «Ice Age», «Matrix» o «Charly y la fábrica de chocolate» y la obtención de un «*Technical Achievement Award*» de la Academia de cine de Hollywood al mejor producto de efectos especiales en 2008. Desde entonces han trabajado para la Armada en diversos diseños como la exhaustación de la cubierta de hangar de portaviones hasta el diseño hidrodinámico de periscopios.

Conclusiones

Desde hace al menos tres décadas las transferencias tecnológicas entre el mundo civil y el de defensa evidencian que los ministerios de defensa no lideran, salvo excepciones, la revolución tecnológica, siendo esta liderada cada vez más por la dinámica de los desarrollos tecnológicos de la sociedad civil. En este contexto, y aceptando que las tecnologías no son ya específicamente de defensa o civiles, sino que la tecnología es una y lo que difieren son sus aplicaciones, se anticipa que en los próximos años el I+D de defensa ya no será la fuente mayoritaria de tecnologías de base, sino que ligado al I+D civil será fuente de avances incrementales de tecnologías desarrolladas por este.

En el ámbito nacional existen diversos instrumentos que permiten fomentar el I+D en el sector civil, y desde el mundo de la Defensa debemos aprovechar este empuje para aplicar los desarrollos resultantes al ámbito militar. Un ejemplo de este tipo de herramientas es el Programa de Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo de Tecnologías Estratégicas (*Programa COINCIDENTE*), que constituye un vehículo capacitador de las PYME, universidades y empresas en general, en aquellas áreas tecnológicas de interés para Defensa. Se trata de un programa promovido por la DGAM cuyo objetivo principal es aprovechar las tecnologías desarrolladas en el ámbito civil para su aplicación innovadora en proyectos con funcionalidad militar.

Al tener convocatorias anuales, el COINCIDENTE debe ser suficientemente ágil para poder introducir las nuevas tecnologías en Defensa, un ejemplo de esta rápida adaptación del programa es la aprobación en la última convocatoria de dos propuestas relacionadas con la ciberdefensa cuando el Mando conjunto de esta área había sido creada por el Ministerio hacía poco más de un año.

Los ministerios de defensa son por naturaleza grandes consumidores de tecnología, por lo que hay que fortalecer mecanismos para la incorporación del conocimiento científico-tecnológico en sus sistemas, lo que significa desarrollar sinergias entre aplicaciones de seguridad civiles y militar. En este entorno se enmarcan las actividades de I+D de la SDG PLATIN como este *PROGRAMA COINCIDENTE*.

Bibliografía

- CHESBROUGH, H.W. 2006. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.
- RIOLA, J.M. 2011. *La política de I+D+i de Defensa: Metas y retos tecnológicos. Las tecnologías de doble uso: La investigación y el desarrollo al servicio de la sociedad civil y militar*. Centro Universitario de Defensa de San Javier.
- RIOLA, J.M. 2014. *La situación actual de las tecnologías de doble uso*. Cuadernos de Estrategia 169. Desarme y control de armamento en el siglo XXI: limitaciones al comercio y a las transferencias de tecnología. Capítulo 4. CESEDEN. Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- RIOLA, J.M.: Díaz, J.J. 2013. *Vehículos no tripulados de ámbito naval. Las tecnologías de doble uso: La investigación de Defensa como motor del desarrollo tecnológico*. Centro Universitario de Defensa de San Javier.
- RIOLA, J.M.; Díaz, J.J. 2012. *Los sistemas de vigilancia competitiva. Las tecnologías de doble uso: La transferencia entre Fuerzas Armadas, Empresa y Universidad*. Centro Universitario de Defensa de San Javier.
- LEGA, J. 2008. *Programa COINCIDENTE impulsor del desarrollo tecnológico*. Boletín de Observación Tecnológica en Defensa n.º 21.
- CARDA, P. 2011. *Resultados del Programa COINCIDENTE 2011*. Boletín de Observación Tecnológica en Defensa n.º 32.
- CARRETERO, J. 2014. *Adaptación de un radar de alta resolución para aplicaciones de Defensa*. Boletín de Observación Tecnológica en Defensa n.º 44.

Capítulo quinto

De la colaboración de las universidades y las FAS con la industria de Defensa

Jesús Efrén Yáñez Igal, Luis García Caballero y Guillermo González Muñoz de Morales

Resumen

La colaboración entre universidad, industria y gobierno en materia de defensa tiene dos modelos clásicos y en cierto modo opuestos. Por un lado, se plantean esquemas en los que los actores gubernamentales dirigen de forma centralizada toda la actividad. En el otro extremo están los modelos de «laissez-faire», con lazos de relación débiles entre las partes. Como punto intermedio de estos dos modelos clásicos, se han desarrollado esquemas de colaboración más complejos con relaciones más intrincadas entre las partes. Este ha sido el caso de España, que en los últimos años ha pasado de un esquema más típicamente de «laissez-faire», aunque siempre con gran influencia del gobierno, hacia modelos más entrelazados. La colaboración entre empresas y universidades españolas en materia de defensa es muy amplia, y presenta distintos formatos tales como cátedras, acuerdos y convenios, proyectos específicos, etc. Un punto a destacar de esta colaboración es que raramente lo es exclusivamente para temas de defensa, sino que la actividad de defensa es una parte dentro de un marco más amplio.

Palabras clave

Investigación, innovación, universidad, industria.

Abstract

The collaboration between university, industry and government in the field of defence has two classic and, to some extent, opposed models. On one hand, there are schemes where the government actors manage the activity in a centralized way. On the other, there are «laissez-faire» models, with much weaker links. As an intermediate position between these two classic models, other more complex collaboration schemes have been built, with more intricate relationships. This has been the case of Spain which, during the last few years, has moved from a typical «laissez-faire» model, although with a significant government presence, to more interlinked models. The collaboration between Spanish companies and universities in defence matters is very wide and is formalized in different manners, such as chairs, agreements and specific projects. A specific point that is worth to be highlighted is that this collaboration is seldom a specific one for defence issues, but rather defence activities are just a part within a wider framework.

Key words

Research, innovation, university, industry.

Evolución de la I+D y la innovación

El modelo de cinco generaciones (5G) es el comúnmente aceptado para representar y entender la evolución en la gestión de la innovación y las diferentes formas de colaboración entre las universidades, la industria y los actores gubernamentales en el ámbito de la I+D. Desarrollado principalmente por el sociólogo británico Robin Broadway de la Universidad de Sussex, que es reconocido como uno de los pioneros en la innovación industrial y ha contribuido significativamente con sus trabajos a entender la gestión de la innovación, aunque conviene mencionar que hay muchos estudios e investigaciones similares, y que el modelo de Rothwell está basado en estudios anteriores, como el de Miller y Morris, por ejemplo. También hay autores actuales que consideran que el momento actual es una evolución de la quinta generación, que podría ser considerada una Sexta Generación. En resumen, las cinco o seis generaciones son:

Impulso tecnológico (I+D como torres de marfil)

Desde los años 50 a mediados de los 60, la tecnología era la solución a todos los problemas y fue un período de crecimiento económico, con una demanda superior a la oferta, lo que permitió un rápido desarrollo industrial. La particularidad de esta primera generación, es que la I+D se orientaba únicamente por el impulso tecnológico, sin prestar atención a lo que el mercado demandaba. Las compañías buscaban logros científicos, no orientados por la demanda, con la idea de que con más I+D, más productos innovadores y mayores ventas. La mejor forma para conseguirlo era dejar a los investigadores trabajar con libertad, en las mejores instalaciones, en una especie de Torres de Marfil, y asumiendo todos los costes de la I+D como gastos de estructura, sin considerar los costes del proyecto en particular. Un ejemplo muy representativo de estas «torres de marfil» fueron los denominados naukrados, ciudades científicas e industriales de la antigua Unión Soviética, creadas después de la II Guerra Mundial con fines militares y solamente accesibles para los trabajadores y científicos.

Demanda del mercado (I+D como negocio)

Entre mediados de los 60 y principios de los 70, la economía dejó de crecer tan rápidamente como en la época anterior, y la oferta y la demanda se equilibraron. Por lo tanto, la competencia se acentuó y comenzaron las luchas por la cuota de mercado. Esta situación indujo a las compañías a focalizar todos sus esfuerzos hacia la demanda y a las necesidades del mercado, hacia el marketing. Se priorizaron las investigaciones a corto plazo, olvidándose de las investigaciones a largo plazo. La investigación debía seguir las ideas que aparecían en el mercado. Aparecieron los análisis coste-beneficio

para los proyectos individuales de investigación y lógicamente los recursos se orientaron a los más eficientes. Los equipos de investigación estaban compuestos por científicos e ingenieros de producto, buscando una relación fuerte entre la I+D y las unidades operativas, para disminuir el tiempo de puesta en mercado de nuevos productos.

Acoplamiento de I+D y marketing (I+D como portfolio)

Desde mediados de los 70 hasta mediados de los 80, bajo la presión de una crisis económica, en momentos de alta inflación e incluso «estanflación» y de saturación de la demanda, la prioridad era la reducción de los costes de investigación y se ampliaron los controles. Las compañías buscaron un modelo más integrado que los dos extremos que propugnaban los dos modelos anteriores. La investigación, el marketing y la estrategia general se acoplaron en procesos estructurados de innovación que priorizaban las investigaciones de acuerdo a una cartera o portfolio de cada compañía, que tenía en cuenta sus capacidades tecnológicas y su mercado natural.

Procesos integrados de negocio (I+D como actividad integrada)

Cuando las economías occidentales se recuperaron, a principios de los 80 hasta mediados de los 90, aparecieron nuevas estrategias de diversificación en lugar de centrarse en el «*core business*» como en el modelo anterior, aunque con una gran competencia que presionaba para reducir los tiempos de puesta en mercado. En lugar del tradicional desarrollo de productos, aparecieron productos como «concepto integrado», que incluían servicios, distribución e incluso la idea de los «multiproductos». Por ello, en esta cuarta generación, es típica la naturaleza paralela e integrada de los procesos de investigación. En esta generación, también aparecieron los primeros enlaces externos con proveedores y clientes principales.

Integración de sistemas y networking (I+D como red)

Desde los 90, la investigación, debido a la competencia global, los rápidos cambios tecnológicos y la necesidad de compartir las costosas inversiones en investigación, ha roto las fronteras entre las compañías y ha surgido la necesidad de interactuar con todo el entorno del negocio: proveedores, clientes, distribuidores, incluso competidores. El resultado de la integración de diferentes sistemas de investigación y el *networking* para garantizar flexibilidad y rapidez de desarrollo, aparecieron los «ecosistemas de negocio», la asociación estratégica, el marketing colaborativo y los acuerdos de investigación, como la «innovación abierta». Ejemplos de esta generación son las inversiones en investigación de las grandes empresas tecnológicas del *hardware* y *software*.

En esta generación no solo es importante disminuir el tiempo de puesta en mercado, es incluso más importante tener controlados los tiempos de todo el proceso, incluyendo las investigaciones, para asegurar la puesta en mercado en el momento adecuado. Los procesos de innovación se integraron con lo del negocio y se automatizaron dentro del planeamiento de recursos y los sistemas de información de fabricación de la compañía.

Posquinta generación

En relación con el momento actual, hay estudiosos, como D. Nobelius, que opinan que estamos en una evolución de la 5.ª generación, hacia una sexta, en que la complejidad de la I+D continúa creciendo y aparecen nuevos aspectos a tener en cuenta como la interoperabilidad, el diseño industrial, la facilidad de fabricación y la posventa. Por tanto, la necesidad de comercializar nuevas tecnologías de una forma eficaz, eficiente y con una calidad predecible, implica cooperar e interactuar con más actores, incluso de fuera de los departamentos de investigación.

Pero también hay ahora aproximaciones más radicales que propugnan una vuelta hacia los orígenes y reclaman la vuelta a la investigación básica como parte esencial de la investigación y desarrollo. Entre ellas, destaca la economista Mariana Mazzucato, que reclama el papel del Estado, como la organización realmente más emprendedora del mercado, en especial en las primeras etapas de la I+D, y la única capaz de asumir las inversiones de mayor riesgo.

El modelo 5G es una simplificación de una realidad mucho más compleja, ya que no existe ninguna empresa, ni país, ni región, que gestione la innovación basándose en una generación pura del modelo 5G, incluso en momentos históricos concretos se pueden dar simultáneamente varias generaciones, pues no son mutuamente exclusivas. Sin embargo, el modelo 5G es muy útil para explicar cómo se ha ido adaptando la gestión de la innovación, en las sucesivas generaciones, como una respuesta a los cambios del mercado, al crecimiento económico, a la expansión industrial, a una mayor competencia, a situaciones de inflación, al desempleo y a la falta de recursos, etc.

El papel de la universidad. La triple hélice defensa-industria-universidad

El modelo de la «Triple Hélice» trata de representar, en sus tres configuraciones, las diferentes relaciones y roles de la universidad, la industria y el Estado a lo largo del tiempo.

En su primera configuración es el Estado quien dirige las relaciones entre la universidad y las empresas. Esta configuración es típica de los países de la órbita de la Unión Soviética.

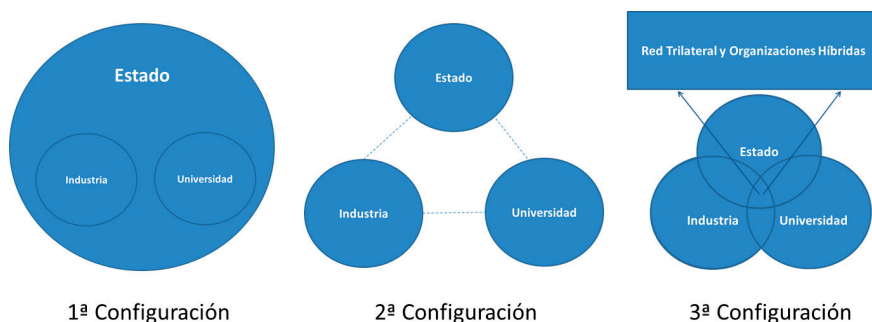


Figura 1. Configuraciones de la triple hélice Universidad-Industria-Estado.

En la segunda configuración, llamada «laissez-faire», hay una clara separación institucional, con una relación más débil y líneas divisorias entre cada ámbito. Esta idea fue propugnada, por ejemplo, en Suecia, en el año 2000, en el informe *Research 2000 Report*.

En estos dos modelos clásicos de la innovación, la universidad, la industria y el Gobierno se conceptualizan como espirales entrelazadas, con diferentes relaciones entre sí. Las espirales rara vez son iguales; por lo general una sirve de fuerza motriz o como organizadora de la innovación, alrededor de la cual giran las otras. La institución que actúa como núcleo de la espiral cambia con el tiempo, y una espiral sustituye a la otra como la fuerza motriz. En la configuración «laissez faire», la segunda, la industria es la fuerza impulsora, con las otras dos espirales, universidad y Estado, como estructuras auxiliares de apoyo; sin embargo en la primera configuración de régimen «estatalista» es el Estado el que juega el papel principal y dirige o conduce a la universidad y a la industria.

La tercera configuración es más compleja y consiste en una infraestructura de conocimiento que superpone las tres esferas en un sistema no estable, en cambio continuo, que necesita adaptarse permanentemente. Las relaciones y los roles de los actores cambian de forma dinámica, porque no encajan en un orden preestablecido. Se crea un ecosistema en el que coexisten los actores tradicionales y nuevas organizaciones híbridas, como compañías *spin-off* de la universidad, incubadoras de empresas, parques científicos, empresas de capital riesgo y asociaciones estratégicas entre empresas, de diferente dimensión, diferentes sectores y con diferentes capacidades tecnológicas. Esta configuración, aunque ha demostrado su capacidad para dinamizar la innovación de modo más eficiente, supone un auténtico rompecabezas que los propios participantes, los estudiosos y los responsables políticos tratan de resolver una y otra vez.

En esta tercera configuración ni las empresas tienen el protagonismo de la innovación ni es el Estado quién organiza y dirige. Aquí los acuerdos

surgen de forma espontánea y, a menudo, son impulsados, pero no controlados, por el Estado.

Pero aunque el Estado no pretenda intervenir, el hecho de que la ciencia y la tecnología sean importantes para la competitividad empresarial y, sobre todo, que sean un factor determinante para el crecimiento y el desarrollo económico y social de regiones o países, ha motivado que las relaciones entre la industria y la universidad se hayan convertido en interés de Estado. Por ejemplo, ya en 1998, el Consejo Estadounidense de Competitividad alertaba de que conseguir que los descubrimientos lleguen más rápidamente del laboratorio al mercado, constituye una ventaja competitiva para la industria y, como consecuencia, para el desarrollo nacional.

Las espirales de la triple hélice se entrelazan, cooperan, y se adaptan cambiando sus roles para mejorar los resultados de sus papeles tradicionales. Incluso la innovación para el desarrollo de productos ya no es solo el campo de la industria. Por ejemplo, la universidad puede desempeñar el papel de la industria, apoyando la creación de empresas y la transferencia de tecnología, aunque nunca como una verdadera empresa. Lo mismo vale para la industria y el Gobierno. La industria puede crear entidades similares a la universidad para la docencia y la investigación, pero es poco probable que se aleje demasiado de su misión esencial. La situación ideal es que los tres ámbitos institucionales mantengan su identidad y su carácter distintivo aunque asuman parcialmente papeles de los otros. Por ejemplo, una *start-up* basada solamente en la orientación académica puede centrarse demasiado en la investigación y perder la imprescindible visión de mercado.

La innovación, que antes era ámbito exclusivo de las empresas y se limitaba a la mejora de productos, solo preocupaba a un pequeño número de especialistas de la industria y la academia. Sin embargo, desde que se ha demostrado que es esencial para la creación de empresas, la capacitación tecnológica y el crecimiento económico de los países, se ha convertido en un tema de preocupación y debate público y, como consecuencia, de gran interés para los gobernantes.

En la actualidad, casi todos los países tratan de promover un sistema de innovación basado en la configuración 3, estimulando un modelo de cambio continuo, en el que la investigación básica se orienta hacia la demanda, relegando la investigación básica no orientada y con resultados prácticos a largo plazo. Pero conseguir el éxito del sistema de innovación, la tan buscada transferencia de conocimiento y de tecnología, no es tan sencillo como simplemente priorizar «la demanda del mercado» al «impulso tecnológico». Solo el gran número de actores que intervienen da una idea de la complejidad que implica. Por ejemplo en USA, en los años 80, había 1.200 centros de investigación y en las últimas estadísticas de 2011 hay 13.000 centros universitarios o pertenecientes a fundaciones y otras asociaciones sin ánimo de lucro.

Para la universidad todos estos cambios han sido cruciales. Todo comenzó en el siglo XIX cuando la investigación pasó a considerarse una misión más de la universidad. Tratar de compatibilizarla con su misión original, la enseñanza, supuso una auténtica revolución académica. Pero, en estas últimas décadas, sobre todo como consecuencia de la aparición de las sociedades basadas en el conocimiento, se ha impuesto la idea de que la universidad es un elemento clave para la generación de riqueza y el crecimiento económico.

La sociedad jerarquizada de las épocas preindustriales e industriales, que primero se basaba en la tradición, y luego en la experiencia, se ha ido reemplazando gradualmente por una sociedad basada en el conocimiento, que está provocando unos cambios sociales comparables a la que tuvieron lugar en la transición a la sociedad industrial.

Muchas universidades de todo el mundo continúan con esta transformación, que Etkowitz, definió como la «segunda revolución académica», donde la creciente importancia del conocimiento y la investigación, ha generado la aparición de la tercera misión de la universidad: su contribución al desarrollo económico. La universidad genera innovación, aporta capital humano bien formado e, incluso, se convierte en un semillero o incubadora de nuevas empresas que surgen del campus. El concepto de «universidad emprendedora» es muy atractivo para los gobernantes que promueven políticas para fomentar y mantener las relaciones e interacciones universidad-empresa.

En resumen se enfrentan dos perspectivas, en la primera, Modo 1, la universidad tiene una doble misión: la educación y la investigación, por lo que se convierte en un bien público y, por lo tanto, es financiada con fondos públicos. En este Modo 1, se crea un espacio independiente para los científicos, alejado del control de los intereses económicos que les permite llevar a cabo, con libertad, la investigación básica. El Estado actúa como el financiador principal de la investigación académica, que se difunde como un «bien libre» a la sociedad (lo cual incluye a la industria) a través de publicaciones. El nivel de excelencia en la investigación, es la clave para atraer la financiación pública, con la que se van construyendo capacidades de investigación, infraestructuras, etc. En este proceso la investigación básica financiada es un fin en sí misma, con resultados solo a largo plazo.

La perspectiva antagónica, el Modo 2, surge como consecuencia de la mayor importancia de la universidad en el desarrollo económico y consiste en la integración de la universidad-industria-gobierno en el modelo de triple hélice, donde la investigación se lleva a cabo con una interacción más estrecha entre académicos e industrias. En el Modo 2, la universidad es una amalgama de enseñanza e investigación, investigación aplicada y básica, empresarial y académica.

Este aumento de la interacción permite que la industria se beneficie de la externalización de las actividades de investigación hacia su socio universitario, pero también permite que la universidad se beneficie, a través de la

verificación, por parte de la industria, de sus trabajos, permitiéndole orientar la generación de nuevos conocimientos.

Estos cambios, en el papel y las misiones de la universidad, han sido muy debatidos por estudiosos y académicos de todo el mundo. En los Estados Unidos, en la década de los setenta, en varios países europeos desde la década de los ochenta y más recientemente en América Latina y Asia. También en conferencias internacionales, como por ejemplo, en la serie de conferencias Triple Hélice, en las que se han debatido estas cuestiones desde la conferencia de 1996 en Ámsterdam, hasta la actualidad.

Incluso ha habido posturas contrarias a la «tercera misión» de la universidad, como el informe sueco de Investigación 2000 que recomendaba la vuelta a las tareas de investigación y docencia abandonando la contribución directa a la industria con el pretexto del desarrollo económico. En Estados Unidos también se han criticado los costos innecesarios de la protección con patentes de los conocimientos de la universidad, que en el modelo anterior, fluían libremente a la industria. Pero, en general, hay un consenso generalizado de que esta colaboración con la industria es positiva. Particularmente los Gobiernos y los departamentos universitarios que han basado sus investigaciones en el apoyo directo de la industria, son férreos defensores de esta colaboración.

Desafíos de la colaboración industria-universidad

Para establecer y mantener una colaboración universidad-industria estable y productiva, los acuerdos deben proporcionar beneficios a ambas partes, puesto que el sistema se basa en la libre selección de estas relaciones. Los beneficios, desde el punto de vista universitario, de la investigación en colaboración con socios industriales son muchos, como lo demuestra el hecho de que muchas universidades compitan por sus socios industriales debido a que las relaciones de confianza, profundas y a largo plazo con las industrias son tan importantes ahora como los logros universitarios. Pero hay otros beneficios:

- El acceso a fuentes de financiación para la investigación adicionales a los tradicionales fondos públicos. Esto permite a los administradores universitarios profundizar en sus competencias y aumentar la capacidad de las investigaciones realizadas. También proporciona una mayor estabilidad para retener personal de investigación, sobre todo cuando existen periodos sin financiación entre las convocatorias o programas públicos.
- Mejor acceso a tecnologías que por estar patentadas están en manos de la industria, lo que facilita las investigaciones o innovaciones. La industria también puede aportar equipamientos que dan mayor capacidad a los laboratorios universitarios o materiales como productos químicos y bibliotecas de compuestos (quimiotecas) desarrollados por la industria.

- La mayor cercanía a la sociedad que también facilita el acceso a los fondos públicos. La sociedad visualiza en los productos finales los resultados de la investigación universitaria y es consciente de su contribución al desarrollo social. La financiación pública de la universidad se ha convertido en dependiente de la percepción de si tendrá, o no, una contribución directa en la economía.
- Esta colaboración facilita la transferencia de conocimientos entre los nodos, con lo cual existe una mayor alineación de los resultados de la investigación con los socios de la industria y los resultados de la investigación de las universidades puede verificarse o validarse más rápidamente por la industria que traslada inmediatamente el grado de utilidad real en el mercado. En caso contrario, la desconexión entre la universidad y la industria, típica del de Modo 1, crea un vacío entre los dos ámbitos que dificulta y ralentiza estos a ciclos de investigación.

Los beneficios de la colaboración para la industria son:

- El acceso a las competencias y capacidades científicas acumuladas en la universidad durante años de financiación pública. Estas competencias son especialmente valiosas en áreas concretas de especial complejidad o en las que se precisan un amplio espectro de competencias para desarrollar las investigaciones adecuadamente. Estas capacidades pueden ser conocimientos desarrollados en el centro de investigación a través de décadas de investigación o instalaciones físicas. En muchos casos el acceso a estas competencias en el ámbito de la industria es prácticamente imposible para cualquier empresa. Un ejemplo de un sector que ha aprovechado intensivamente las capacidades de la universidad es el sector de la biotecnología.
- El acceso a los mejores académicos de prestigio internacional que conocen el estado del arte de la ciencia y de la técnica y a investigadores altamente cualificados que, gracias a esta colaboración, conocen también el punto de vista industrial.

Sin embargo, también hay retos que deben afrontarse para una interacción exitosa entre la universidad y la industria:

- Las diferentes culturas de ambas organizaciones que son difíciles de conjugar y pueden impedir el éxito de la colaboración. Los dos ámbitos se mueven en muy diferentes escalas de tiempo, tienen diferentes objetivos que cumplir y con frecuencia tienen diferentes sistemas de valores. Encontrar el equilibrio adecuado que satisfaga a ambas partes interesadas es el mayor reto al que enfrentarse.
- El deseo permanente de la academia de publicar las investigaciones cuanto antes y de la industria por mantener la confidencialidad de las mismas para asegurar los derechos de propiedad intelectual y mantener una ventaja frente a sus competidores.

- Conjugar las investigaciones orientadas y financiadas por la industria con la investigación básica es un gran desafío para los directores de investigación, que deben garantizar que las capacidades que permiten cumplir los compromisos con la industria, no supongan un inconveniente para las capacidades de investigación propias de la universidad. Es decir, conciliar las dos componentes de la comunidad de investigación académica, tanto la «exógena», impulsada por la curiosidad de la invención, y la «endógena», impulsada por el mercado.
- Las cuestiones relativas a la titularidad de la propiedad intelectual y la división de los beneficios entre las partes. La industria alega que la propiedad intelectual de las universidades es a menudo cara y que la universidad no tiene en cuenta los riesgos y costos que asume la industria para su comercialización. Por otro lado, las universidades temen que la industria se apropie de sus descubrimientos y logren beneficios que legalmente pertenecen a la universidad. Solo con confianza y procesos claros se puede superar este desafío.
- La investigación colaborativa es un inconveniente para muchas compañías que dan mucha importancia a los derechos de propiedad intelectual exclusivos. Como por ejemplo las relacionadas con la biotecnología que, en Estados Unidos, debido a estos problemas, retiraron su apoyo al Programa Colaborativo de Investigación Industria y universidad (IUCRC).
- Las empresas deben adaptar permanentemente sus estrategias como respuesta a su entorno y estos cambios pueden afectar en el nivel de interacción entre universidad y la industria. La inestabilidad en el apoyo de la industria puede dificultar la planificación de la universidad, dado que gran parte de la investigación académica es a largo plazo por naturaleza.

La innovación en España

El déficit tradicional de nuestro país en la investigación fue penalizado por el largo paréntesis del proceso de industrialización y la escasez de recursos económicos del periodo de posguerra. Posteriormente, buscando el rápido desarrollo de la industria para garantizar la autosuficiencia y como consecuencia de la escasez de capital privado, la política industrial de los sucesivos Gobiernos, durante el periodo de la autarquía franquista, fue fuertemente intervencionista y proteccionista, y el Estado llegó a convertirse en empresario (el Instituto Nacional de Industria fue creado en septiembre de 1941). En este entorno de régimen «estatalista», según los modelos definidos en los apartados anteriores, la aparición de acuerdos de colaboración entre la universidad y la industria por propia iniciativa, de acuerdo a los conceptos modernos de innovación, era casi imposible.

Hasta los 90, la investigación en España, se llevaba a cabo en las universidades y centros tecnológicos o, en todo caso, en las grandes empresas. De for-

ma que existía poca relación entre los ámbitos universitarios y la industria, como en un modelo *«laissez-faire»*.

La Fundación para la Innovación Tecnológica, COTEC, que ha cumplido veinticinco años recientemente, es un indicador de cuando empezaron a importarse los conceptos modernos de innovación a España. A lo largo de estos veinticinco años ha habido muchos cambios. En primer lugar, nuestra adhesión a la Unión Europea ha posibilitado la participación en las políticas y la financiación europea y, consecuentemente, ha sido necesario coordinar las políticas nacionales y europeas de apoyo a la innovación. Por otro lado, la aparición de las CC. AA., como actores muy interesados en la innovación por su capacidad de contribuir al desarrollo regional. Y finalmente, la progresiva aparición de un tejido de pequeñas y medianas empresas con una capacidad innovadora creciente.

Actualmente existe un sistema de innovación, que con sus claros oscuros, se asemeja bastante a los sistemas en espiral detallados en el apartado anterior. Según el informe del Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento sobre el Sistema Español de Innovación, la particularidad de nuestra base tecnológica es que existen un gran número de universidades en España como consecuencia de la descentralización de la educación y el tejido industrial se caracteriza por la existencia de un elevado número de las PYME.

Situación y crisis

En relación con el estado actual de la innovación en España, el Informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) indica que la innovación en España, según el cuadro de indicadores de la unión por la innovación de 2013, España está considerada por la Unión Europea dentro del grupo de países denominados «innovadores moderados», es decir, por debajo de la media de la Unión Europea. En este grupo se encuentran, por este orden: Italia, República Checa, España, Portugal...

Las fortalezas de España son la competitividad internacional de su investigación básica y la capacidad para llevar las innovaciones de las empresas al mercado. Respecto a las debilidades los principales retos de España son la inversión empresarial en innovación y la capacidad de innovación de sus PYME.

La distribución de la innovación en España por Comunidades Autónomas es irregular. El patrón de la contribución de las CC. AA., al gasto total de I+D español en 2013 se mantiene como en años anteriores, con las comunidades de Madrid y Cataluña que ejecutan entre ambas casi la mitad del gasto, y siguiendo Andalucía con el 11,3 %, País Vasco con el 10,2 % y Comunidad Valenciana con el 7,7 %. Pero en términos de esfuerzo, la comunidad más destacada es el País Vasco, con el 2,1 %, seguida por Navarra, Madrid y Cataluña. Estas cuatro comunidades son las que se sitúan por encima del 1,24 % de esfuerzo medio en todo el territorio nacional.

En relación al impacto de la crisis económica, según el informe COTEC 2015, el estado de la innovación en España, mantuvo tasas de crecimiento de su gasto en I+D superiores a las de los países de nuestro entorno hasta 2009, pero desde entonces el gasto en I+D ejecutado en España se ha ido reduciendo, mientras que en los países de referencia se ha mantenido su crecimiento. En términos de esfuerzo (gasto en I+D respecto a PIB) la distancia que separaba a España de las regiones de referencia también se ha ensanchado. La reducción (del 3,5 %) se ha producido tanto en el sector público como en el privado, aunque la mayor caída se produce en el sector administración (5,3 %), seguido por empresas e IPSFL, que redujeron su gasto el 3,3 % y por la enseñanza superior, con un 2,5 %. En 2013, el número de personas con actividad de I+D se redujo un 2,6 % respecto al año anterior. La actividad de I+D ocupaba en España, con dedicación variable, a un total de 333.134 personas, que equivalían a 203.302 en jornada completa (EJC). De estas personas, 208.767 eran investigadores, cuyo equivalente en jornada completa era 123.225.

Las PYME

En España hay unas 11.000 empresas innovadoras que realizan actividades de I+D+i de forma habitual, según los datos de INE 2012, lo que supone 4 de cada mil empresas del país. La intensidad de la innovación es mucho mayor en las empresas pequeñas, la tecnología tiene más peso en la estrategia de negocio de las PYME, salvo en los sectores de construcción aeronáutica, vehículos de motor y farmacia, porque las empresas más innovadoras son las pequeñas y medianas empresas. Por ejemplo, en las empresas de menos de diez empleados, la intensidad de I+D es algo superior al 27 %, dato que recuerda al de las empresas más tecnológicas mundiales. Las empresas que emplean entre 10 y 49 empleados tienen una intensidad del 4,9 %, las de 50 a 249 el 2,2% y las grandes empresas realizan un esfuerzo del 0,86%.

Pero por otro lado, el informe FECYT del cuadro de indicadores de la unión por la innovación de 2013, resalta que supone un reto para España la dimensión de la innovación denominada «emprendimiento y colaboraciones para la innovación», que agrupa tres indicadores: las PYME que introducen nuevos productos o procesos como resultado de sus propias actividades para la innovación (en porcentaje total de PYME), las PYME que introducen nuevos productos o procesos y que cooperan con otras empresas o con centros públicos de investigación, y copublicaciones por millón de habitantes, indicador que evalúa si el sistema de investigación está orientado a las demandas de la empresa. El citado informe concluye que España tiene que aumentar la capacidad de innovación de sus PYME y las políticas públicas deberían encaminarse a favorecer que las PYME desarrollen actividades propias de innovación y que colaboren con otras empresas y centros públicos de investigación para introducir nuevos productos y procesos.

Además, la crisis económica ha afectado más a la capacidad de innovación de las PYME. Las estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de estadística (INE) muestran que las PYME sufrieron el 2011 un descenso en su gasto corriente de I+D cercano al 5%, mientras que las grandes empresas prácticamente mantuvieron los niveles de 2010. Considerando que los gastos de personal son la partida más voluminosa del gasto corriente en I+D, no sorprenden las cifras de destrucción de empleo dedicadas a estas actividades; un 2,6% en las PYME y un 0,7% en las grandes empresas. Además el número de empresas con menos de 250 empleados que realizan I+D descendió en 2011 casi un 3%, mientras que esta caída fue del 1% para las grandes compañías.

En conclusión, son las grandes empresas españolas las que presentan un mayor gasto interno en I+D y las PYME tienen poca presencia en el sistema de innovación y, además, se ven más afectadas por los efectos de la crisis económica, lo cual aleja al sistema de la sociedad global, en el que el peso de las PYME en la innovación debería ser mayor puesto que las PYME representan más de la mitad de la actividad económica española.

Colaboración universidad-empresa

En relación con la colaboración universidad-empresa, el informe de la CEOE, el estado de la innovación empresarial, indica que el 86% de las empresas innovadoras evaluadas dice haber trabajado con Centros Tecnológicos, universidades u Organismos Públicos de Investigación nacionales, principalmente mediante convenios de colaboración; admitiendo además que este tipo de colaboración intensifica en gran medida la percepción de ayudas públicas y eleva el nivel tecnológico de la empresa, mejorando los resultados de la I+D+i. Estos resultados son similares a los presentados por el CDTI en su informe de «Análisis de resultados e impacto de proyectos CDTI finalizados en 2012»: Prácticamente en todos los proyectos (94%) las empresas promotoras interactúan con organizaciones de algún tipo. En el 71% de los casos las empresas siguen un esquema mixto, es decir, colaboran tanto con otras empresas como con organismos de I+D (universidades, centros públicos o centros tecnológicos).

También llama la atención que el 40% de las empresas ha trabajado con Centros Tecnológicos, universidades u Organismos Públicos de Investigación no nacionales, para conseguir las ayudas europeas, facilitar el *networking*, etc. Por lo que podrían perderse este tipo de colaboraciones a nivel nacional, a pesar de que en España existen centros tecnológicos, universidades y organismos públicos de investigación con capacidad para ejecutar actividades tecnológicas innovadoras con el mismo rigor que en el extranjero.

En relación con las universidades españolas, y según datos de 2010, el porcentaje del gasto ejecutado que es financiado por empresas representó el 9% del total, que está por encima de la media europea (6%). En el caso de

los organismos de investigación de la administración, la financiación de empresas representa un valor algo inferior (6% del gasto), valor también ligeramente inferior al promedio de sus homólogos europeos (8%).

Financiación pública de la innovación

Existen muchas posibilidades de financiación pública de la innovación en España. Aportan fondos públicos, con mecanismos que varían a lo largo del tiempo, la Administración Central, la Unión Europea y las comunidades autónomas. Por ejemplo, el CDTI tiene diferentes herramientas y programas que cubren la investigación industrial, el desarrollo experimental, la innovación y la internacionalización para empresas con diferentes grados de madurez: semillas, *start-up*, expansión, consolidación, crecimiento competitivo.



Figura 2. Ámbitos de actuación del CDTI.

En enero de 2014, la UE puso en marcha su último programa de investigación de siete años de duración, Horizonte 2020, que está dotado con cerca de 80.000 millones de euros de financiación que complementan las inversiones nacionales públicas y privadas.

Los objetivos del H2020 son consolidar la posición de la UE en la ciencia, consolidar la innovación industrial y abordar las grandes preocupaciones sociales, como el cambio climático, el transporte sostenible, las energías renovables, la seguridad alimentaria o el envejecimiento de la población.

Horizonte 2020 tratará de garantizar que los avances tecnológicos se traduzcan en productos viables con auténtico potencial comercial al asociar a los sectores, público y privado, intensificar la cooperación internacional en materia de investigación e innovación al estimular la participación de organizaciones y países no miembros de la UE, y seguir desarrollando el Espacio Europeo de Investigación.

La innovación en defensa

El contexto nacional

La base tecnológica e industrial de defensa configura un sector muy particular que presenta numerosas singularidades. En relación con la I+D+i de defensa dirigida y financiada por el Ministerio de Defensa, tiene un objetivo finalista puesto que, según la Estrategia de Tecnología e Innovación de Defensa (ETID), publicada en 2015, la misión principal de la I+D de defensa es contribuir a satisfacer las necesidades de las FAS y apoyar la evolución de las capacidades militares aprovechando las ventajas asociadas al avance tecnológico. Este carácter finalista de las actividades de I+D+i obliga a que, desde un principio, estas deben estar enfocadas a su aplicación militar, lo que obliga a que todos los participantes en la definición de los proyectos entiendan las necesidades tecnológicas de las FAS. Por lo tanto el Ministerio de Defensa orienta a las industrias y a la base tecnológica sobre sus necesidades en la ETID.

En segundo lugar, es un sector con una gran intervención del Estado, como así lo justifica su carácter estratégico al constituir una capacidad más al servicio de la defensa nacional; un elemento esencial de la capacidad de respuesta de la nación a las amenazas y riesgos para su seguridad, al depender de esa industria la provisión de los bienes y servicios para la defensa. La especial dirección, tutela y protección por parte del Ministerio de Defensa, en el ámbito de la I+D+i, se recoge en el tercer objetivo de la ETID: contribuir a conformar la base tecnológica e industrial nacional para disponer de las capacidades tecnológicas necesarias y esenciales para la defensa.

Según la propia ETID, la base tecnológica e industrial de defensa, la DTIB, está compuesta por diferentes tipos de entidades, con vocaciones y capacidades diferentes que, en su conjunto, se complementan. Los Departamentos Universitarios y Centros de Investigación, proporcionan el soporte científico, tanto teórico como aplicado, necesario para acometer retos tecnológicos con niveles bajos o medios de madurez. Las pequeñas y medianas empresas, aportan su capacidad de especialización, adaptación y de innovación, que exige el entorno estratégico actual en permanente cambio. Finalmente, las grandes empresas aportan, entre otras cosas, su capacidad de integración y de abordar grandes programas de forma sostenida, cubriendo múltiples ámbitos tecnológicos simultáneamente, normalmente en proyectos con niveles de madurez más elevados.

Dado que la mayor parte de las empresas del sector defensa tienen una gran parte de sus actividades enfocadas también al mercado civil, es difícil discernir qué porcentaje de sus inversiones propias en I+D están orientadas exclusivamente al sector defensa. Pero en general, la I+D de defensa, tanto para desarrollo de nuevos sistemas, como para la modernización, o la adaptación a defensa de productos o tecnologías desarrollados en el mundo civil, está financiada por el Ministerio de Defensa. Por lo que, por lo general, las inversiones propias del sector están orientadas al sector civil o, en todo caso, a productos duales.

Dentro de los programas y actividades de I+D de defensa existen dos tipos. Los primeros, denominados I+T, son programas de capacitación tecnológica no orientados a la obtención de un producto o sistema concreto. El otro tipo, los programas de desarrollo tecnológico, constituyen fases previas de los posteriores programas de armamento y material, que pretenden disminuir los riesgos tecnológicos en los sistemas de gran complejidad.

La colaboración con la universidad o los centros tecnológicos en el ámbito de la I+T es muy habitual, pero al tratarse de contratos entre el Ministerio de Defensa y estos organismos, están contemplados en el capítulo 3. Cooperación en la actividad investigadora.

Los programas de desarrollo tecnológico, en general, son ejecutados por las empresas integradoras del sector y el papel de la universidad y los centros tecnológicos es, habitualmente, participar como subcontratistas en dichos programas. Esta colaboración, en ocasiones, no se hace pública por la confidencialidad, tanto de los programas defensa como de los trabajos de la propia empresa. Algunos ejemplos de esta colaboración se detallan en el apartado de casos de éxito.

De los modelos de colaboración detallados en apartados anteriores, podríamos decir que el sector defensa se adapta mejor a la segunda configuración, «*laissez faire*», con ámbitos relativamente independientes, pero con una gran influencia de la esfera Estado, en este caso el Ministerio de Defensa.

No obstante, con el paso del tiempo y por diversas razones, esta configuración está cambiando hacia el tercer tipo, dado que Defensa se ve abocada a participar en el sistema de innovación civil. En primer lugar, el carácter dual de algunas investigaciones que posteriormente son aplicadas a productos de defensa. En segundo lugar, la cada vez mayor preponderancia del sector civil frente al militar en materia de investigación. Y en último lugar, el reto de incorporar la capacidad de innovación de las PYME, incluyendo las de otros sectores, al sector defensa.

El contexto europeo

La preocupación en Europa por la defensa se ha visto muy reforzada en estos últimos tiempos, como consecuencia de los cambios en el entorno estra-

tético y geopolítico, principalmente la aparición de nuevos actores o centros de gravedad y el desplazamiento hacia Asia del interés estratégico de los Estados Unidos. Como consecuencia de lo anterior, la Comisión Europea ha destacado en sus comunicaciones (COM [2013] 542 final) la necesidad del desarrollo de una política común de seguridad y defensa (PCSD) «digna de crédito», tal y como expresamente se recoge en las mismas.

Además, para abordar los retos a los que se enfrenta Europa en materia de seguridad, se incide en aprovechar todas las capacidades, civiles y militares, y expresamente la industria de defensa. En las conclusiones del Consejo Europeo de diciembre de 2013 se remarca que la cooperación en defensa debe estar apoyada por una Base Tecnológica e Industrial de Defensa más integrada, sostenible, innovadora y competitiva, que también producirá beneficios en términos de crecimiento, empleo e innovación.

Pero la industria también se enfrenta a un escenario muy complicado de reducciones de presupuestos, de consolidación y racionalización a nivel europeo y de una competencia internacional cada vez más reñida y con más actores. En cualquier caso, bien por la necesidad de las Fuerzas Armadas de buscar la superioridad tecnológica, o bien por la mejora de la competitividad que buscan las empresas para su sostenibilidad, defensa debe ser un sector que debe caracterizarse, ahora más que nunca, por su alto nivel tecnológico y gran actividad de I+D.

Entre las medidas que la Comisión impulsa para desarrollar una base industrial de defensa europea, como una componente esencial para el objetivo final de reforzar la defensa europea para poder afrontar los retos del siglo XXI, relacionadas con el ámbito de la investigación, se encuentran las de reforzar la competitividad de la base tecnológica e industrial de la defensa europea y sacar el máximo partido a las sinergias entre lo civil y lo militar.

La necesidad de reforzar la competitividad de la base tecnológica e industrial, es más evidente cuando se tiene en cuenta que el gasto europeo en I+D de defensa es ya menor que el de los países emergentes o BRIC. Por lo que la brecha entre el I+D de defensa europeo no solo crece frente a EE. UU., sino también con respecto a estos países. De hecho, la brecha en el gasto de I+D en defensa entre la UE y EE. UU. se ha incrementado entre 2005 y 2010 hasta ser 7 veces superior (58.000 M€ gasto en I+D en EE. UU., frente a 8.500 M€ en la UE).

También es destacable que el gasto en I+D del sector defensa en Europa, quizás porque se considera prescindible, se ha reducido proporcionalmente más que los presupuestos. El gasto en I+D ha caído un 14% entre 2006 y 2010, mientras que los presupuestos generales solo descendieron el 3,5%. El problema es que los efectos de esta reducción de gasto se visualizarán pasados diez o veinte años cuando los esfuerzos actuales en I+D de otros países se materialicen en sistemas más modernos y capaces que los europeos.

Este problema se acentúa cuando la industria trata de sacar beneficio de las inversiones en I+D pasadas para mejorar las exportaciones. Estas ventas implican normalmente transferencia de tecnología, los IPR y producción fuera de la UE, menoscabando su competitividad a medio y largo plazo.

La cooperación civil-militar en Europa es un reto complejo con múltiples facetas operativas, políticas, tecnológicas e industriales, pero la Comisión impulsa un enfoque integrado en la línea divisoria entre lo civil y lo militar y la interacción entre la investigación civil y la militar. Por otro lado, parece obvio recordar el papel de la investigación en la mejora de la competitividad.

Pues bien, la universidad tiene un papel muy relevante en ambas medidas. En primer lugar para trasladar el conocimiento científico imprescindible para que la investigación refuerce la competitividad de la base tecnológica e industrial de la defensa europea y, también, como un actor imprescindible en el acercamiento entre lo civil y lo militar desde el mundo académico. El informe de la Comisión Europea, COM (2013) 542, en relación a las capacidades profesionales, propone que: «La Comisión fomentará las capacidades profesionales que se consideren cruciales para el futuro de la industria de defensa, en particular, a través de los programas de “alianzas para las competencias sectoriales” y “alianzas para el conocimiento” que se encuentran actualmente en fase de experimentación». Por otro lado, la Comisión también manifiesta en su informe al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al comité de las regiones, (COM [2014] 387 final), la preocupación por la pérdida de competencias de las empresas.

En este punto la universidad, en su faceta formadora, puede contribuir a reponer el personal perdido en el sector con las capacitaciones adecuadas a las necesidades actuales.

Dado que, hoy en día, las necesidades del mundo de la defensa y la seguridad precisan, además de los tradicionales sistemas de alta complejidad, la adaptación de tecnologías y capacidades procedentes de otros campos a los nuevos sistemas, con la rapidez y flexibilidad que exige hacer frente a las amenazas asimétricas principalmente. Por ello, la Comisión ha mostrado su interés en aprovechar el potencial innovador de las PYME mediante la creación de redes con objeto de integrar los activos de la industria y la investigación en el campo de la defensa, en estrategias de especialización inteligente de ámbito regional.

Oportunidades de la colaboración con Europa

Para mantener las importantes repercusiones de la investigación en el ámbito de la defensa en otros sectores, como la electrónica, el espacio, la aviación civil y la explotación de aguas profundas y para ayudar a que la investigación en el sector de la defensa siga alimentando la innovación en el campo civil,

la Comisión ha dispuesto dos mecanismos que son una oportunidad para la colaboración universidad-empresa.

Investigación de doble uso: Además de la investigación tradicional del sector de la defensa, bien con iniciativas nacionales o bien coordinadas por la Agencia Europea de Defensa, la Comisión insta a aprovechar la gran oportunidad que supone el programa de investigación civil, Horizonte 2020, para la innovación en defensa, aprovechando los ámbitos duales, con tecnologías facilitadoras esenciales (TFE) transversales, en lo que se incluyen sectores civiles que son de gran interés para las industrias de la defensa y la seguridad.

Acción preparatoria: Una segunda oportunidad es la llamada acción preparatoria, en la que la UE, en el marco del H2020, amplía el ámbito de la investigación complementando la investigación civil relacionada con la Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD). La primera llamada de la acción preparatoria ya se ha anunciado para esta primavera y, si tiene éxito, podría preparar el terreno para un posible tema de investigación, más claramente relacionado con la defensa, que podría financiarse bajo el próximo marco financiero plurianual.

Las políticas de cohesión de la UE, como el vigente Programa FEDER 2014-2020, que presenta entre sus prioridades para estos próximos años, entre otras, la Investigación e innovación, las Tecnologías de Información y Comunicación, y la Competitividad de Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), lo cual sumado al hecho de que el programa ha abierto sus puertas a la financiación de actividades duales, hace de este programa una interesante oportunidad para el desarrollo de iniciativas donde converjan, a nivel regional, industria, Estado (defensa) y universidad.

Estas nuevas oportunidades que se presentan, supondrán un reto para todos los actores, que deberán adaptar las especificidades de la investigación relacionada con la defensa a las prácticas habituales de la investigación civil, garantizando que resulte aceptable para los Estados, que tienen un papel relevante en la defensa, y atractiva para que la industria, la universidad y los centros tecnológicos deseen participar. Algunas especificidades de la investigación en defensa que habrá que tener en cuenta son: los diferentes modelos y ámbitos de investigación, los derechos de propiedad intelectual, la confidencialidad de los resultados, la cofinanciación y las normas de participación y, como se ha dicho anteriormente, la función de los Estados Miembros.

Colaboración en el ámbito de defensa

Las colaboraciones entre las empresas del sector defensa y la universidad son muy numerosas y variadas. A modo de ejemplo, la empresa INDRA, en su página web, propugna un modelo de innovación abierta en el que incluye

relaciones con más de 200 universidades y centros de investigación en todo el mundo.

Estas relaciones se llevan a cabo principalmente a través de cátedras, acuerdos o convenios y proyectos de I+D y tienen diferentes objetivos como: acciones divulgativas, jornadas, publicaciones y conferencias; acciones formativas en ambos sentidos, en la universidad para asegurar la disponibilidad de profesionales de alta cualificación para el sector y en la empresa para mejorar la capacitación de los trabajadores; intercambio de formadores, profesores de universidad y expertos de la empresa; colaboraciones tecnológicas que van desde el asesoramiento puntual a desarrollo de proyectos concretos de I+D; aprovechamiento de medios físicos, es decir la creación, intercambio o cesión de equipamientos, instalaciones, laboratorios; etc. En este capítulo no se contemplan las colaboraciones universidad-empresa en el ámbito educativo.

De acuerdo a la tercera función de la universidad, mencionada en los apartados anteriores, la llamada universidad emprendedora, también es relevante en el sector defensa ya que ha propiciado la generación de Empresas de Base Tecnológica, incluso antes de que se pusiera de moda el término, pues varias de las grandes empresas que son ahora líderes en el sector han surgido del entorno universitario, como por ejemplo GMV, EADS-CASA, INDRA, tal y como menciona Isidre March Jordá en su libro: Start Ups aprender a gestionarlas.

Existen un gran número de colaboraciones universidad-empresa que tienen relación con defensa, pero en general es difícil que sean «puras». Por ejemplo, participan empresas del sector defensa pero la finalidad de la colaboración no es exclusiva del ámbito de defensa, aunque en muchos casos sus resultados son de gran interés y son aprovechados posteriormente para las aplicaciones de defensa. Esto es particularmente cierto en las tecnologías llamadas duales, como por ejemplo las TIC y las aeroespaciales. Otras veces la universidad participa, pero de forma indirecta, a través de colaboraciones con un centro tecnológico o parque científico regional. En muchas ocasiones, la facilidad de obtener financiación europea, recurriendo a investigaciones duales en las regiones menos desarrolladas, ha influido en las decisiones de iniciar nuevos proyectos o colaboraciones, al igual que ha ocurrido en el ámbito civil.

Spin-off académicos

Las Empresas de Base Tecnológica (EBT) son aquellas que basan su actividad en las aplicaciones de descubrimientos científicos o tecnológicos para la generación de nuevos productos, procesos o servicios. En muchos casos estas empresas han surgido desde las universidades y organismos públicos de I+D y se denominan generalmente «*spin-off*». Son empresas caracteri-

zadas por tener una fuerte base tecnológica y generalmente alta carga de innovación. Además de los nuevos productos o servicios que ponen a disposición del mercado, la importancia de estas empresas para la sociedad, es mucho mayor: potencian el tejido tecnológico, crean empleo de calidad y alta cualificación, favorecen la inserción de los jóvenes en el mundo laboral y contribuyen al desarrollo económico.

Según algunos trabajos de investigación, España no destaca precisamente por su dinamismo en cuanto a la generación de las EBT y aún menos por su capacidad para crear compañías líderes tecnológicas a escala internacional. Hasta el presente, pocas EBT españolas han conseguido dar el salto y convertirse en grandes compañías maduras y líderes «*Large Techs*», empresas como Pharmamar el grupo Zeltia, Puleva Biotech, Natraceutical o Genetrix en el sector de la biotecnología, Gamesa, Iberdrola Renovables o Siliken, en el de nuevas energías. Pero es destacable que unas cuantas, de las empresas *Large Tech*, que hoy son líderes en otros sectores se ha originado en el sector defensa, empresas como Indra y GMV en las TIC o EADS Casa en aeronáutica.

Es difícil saber si una *start-up* puede ser de interés para defensa o no, porque muchos productos o servicios novedosos que inicialmente fueron pensados para otras aplicaciones pueden ser adaptados a las necesidades de defensa. Pero seleccionando aquellas que en su propio objeto reconocen su orientación a defensa, de las propias páginas web de algunas universidades podríamos citar a modo de ejemplo:

Advance Radar Technologies (ART). Compañía de tecnología española líder en los radares de vigilancia terrestre de alto rendimiento, la vigilancia integrada de múltiples sensores y sistemas de mando y control para la protección de infraestructuras críticas y fronteras. <http://www.advancedradartechnologies.com>.

Factoría ETSIA combina la experiencia de sus socios en el desarrollo de *software* embarcado para sistemas críticos de tiempo real para la industria aeroespacial, con su conocimiento de las necesidades informáticas de las grandes organizaciones, especialmente en el sector financiero.

Unmanned Solutions. Diseño, fabricación integración y experimentación en vuelo de sistemas aéreos no tripulados. <http://www.usol.es/index.html>.

DAS Photonics es una empresa privada española creada en el año 2005 a partir del Centro de Tecnología Nanofotónica (NTC) de la Universitat Politècnica de València (UPV) con la finalidad de desarrollar productos innovadores dirigidos a los sectores que reflejan sus propias siglas Defensa, Aviónica y Espacio, y en campos de aplicación como la inteligencia electrónica (ELINT/COMINT), el apuntamiento de antenas, la instrumentación avanzada o el cableado óptico. <http://www.dasphotonics.com>.

Instalaciones y medios físicos

La colaboración universidad-empresa, en algunos casos, tiene como objeto principal la implantación o mejora de instalaciones, laboratorios o centros. En estas colaboraciones, por su elevado coste, suele ser necesaria la financiación de varios promotores y, como ya se ha dicho anteriormente, no son una relación «pura» universidad-empresa con el objetivo exclusivo de investigaciones o desarrollos para defensa. Algunos de los muchos ejemplos que existen en España se relacionan a continuación:

Centro mixto de integración de sistemas aeroespaciales Airbus-UC3M

El Centro Mixto de Integración de Sistemas Aeroespaciales entre la UC3M y Airbus desarrolla actividades para la investigación, el desarrollo y la innovación en el Área de Sistemas Aeroespaciales.

La UC3M aporta al Centro Mixto de Integración de Sistemas Aeroespaciales: personal docente e investigador con experiencia, infraestructura científica, técnica y administrativa y espacio para la ubicación del Centro Mixto en el Parque Científico de la UC3M. Airbus financia el Centro y aporta apoyo técnico, documental o necesario para el adecuado desarrollo de los proyectos concretos a desarrollar. El Centro dispone, además de los equipamientos e instalaciones generales de la UC3M, con los siguientes laboratorios propios, ubicados en el Parque Científico: Laboratorio de ensayos en sistemas de identificación

- Laboratorio de seguridad informática
- Laboratorio de sistemas de comunicaciones para seguridad y espacio
- Laboratorio de sensores espectrales
- Laboratorio de Impacto en Estructuras Aeronáuticas-ImpactLab

Instituto Universitario de Investigación del Automóvil

El Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) es un Instituto de Investigación de la Universidad Politécnica Madrid, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales e integrado en el Parque Científico y Tecnológico de la UPM. El INSIA, creado en 1993, fue el primer centro de investigación en el ámbito de los vehículos automóviles en España y, naturalmente, en el ámbito universitario español. Sus instalaciones y sus medios humanos, han colaborado con defensa y empresas del sector, SAPA y GDELS, en la determinación del «Grado de Madurez e Integración de la Transmisión SG-850 en el vehículo Pizarro». Aunque en este caso las actividades fueron iniciativa del Ministerio de Defensa, el INSIA aportó a los órganos de gestión de Programas del MINISDEF una opinión experta y técnicamente sólida, e independiente.

La experiencia para el INSIA de las aplicaciones militares de vehículos contribuirá a formar en el futuro a alumnos en este ámbito y ha permitido al INSIA desarrollar para las Fuerzas Armadas un prototipo demostrador de un vehículo de transporte operativo militar (Proyecto ATHEMTO) enmarcado en el programa COINCIDENTE (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas)

Centro de excelencia en seguridad de Indra en León y la Universidad de León

Desde el centro de excelencia en seguridad de Indra en León se desarrollan productos relacionados con la seguridad que son de aplicación directa en las distintas áreas de Indra y están sujetos a exigentes normativas regulatorias tanto civiles como militares. Destaca entre otros Neptuno, que es la solución de grabación empleada en los sistemas gestión de tráfico aéreo, comunicaciones, navegación y vigilancia (ATM/CNS), o la colaboración que se realiza con el área de simulación de la compañía, tanto en simuladores de tiro como entrenadores de vuelo. Otras áreas de trabajo del CES, son las relacionadas con la detección de incendios forestales, radioactividad, espectrometría láser, geolocalización o radiofrecuencia.

La colaboración Universidad de León (ULE) y CES ha sido constante, en 2011 se firmó el acuerdo para la puesta en marcha de un laboratorio de I+D especializado en el desarrollo de sistemas de inhibición de frecuencias de telefonía móvil, a través de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática de la Universidad de León.

Como un ejemplo concreto de aplicaciones con posible interés para defensa, la relación con la ULE se ha extendido también a la colaboración en el proyecto de I+D+i SEDUCE, que lidera el CES de Indra, impulsado por el Programa CENIT de I+D, con el objetivo de desarrollar los conocimientos y tecnologías necesarios para asegurar la detección de artefactos explosivos improvisados (IEDS) en centros e infraestructuras públicas como puertos, aeropuertos, estaciones de tren o de metro.

Software Lab de INDRA en Salamanca

En Salamanca la empresa Indra ha ubicado una de las veinte factorías de *software* (*Software Labs*) que tiene repartidas por todo el mundo, ocho de ellas en España. Estos Software Lab funcionan como un único centro virtual, lo que permite trabajar desde diferentes países para el mismo proyecto, prácticamente 24 horas al día.

Todos estos laboratorios mantienen relaciones estrechas con la universidad, pero en este caso por estar ubicado físicamente en el Parque Científico de la Universidad de Salamanca la relación es más estrecha si cabe. Además, el

70% de los empleados son ingenieros cualificados que provienen tanto de la Universidad de Salamanca como de la Universidad Pontificia de Salamanca.

Aunque el objeto de los desarrollos *software* del *Software Lab* de Salamanca son, en principio, del ámbito civil: gestión de tráfico, telecomunicaciones, soluciones de movilidad, etc. La capacidad de desarrollo *software* de una empresa con actividades en el mundo civil y en el ámbito de defensa, puede ser de interés para algún proyecto futuro de defensa.

Centro de Investigación Aerotransportada INTA-XUNTA (CIAR)

En el marco de la política de promoción de un polo de investigación y tecnología aeronáutica en Galicia, se tienen la intención de invertir, durante el período 2015-2020 hasta 55M€. Se han invertido 10M€ en la construcción de infraestructuras (aeródromo de Rozas) y se prevé la inversión de hasta 45M€ en aportaciones para la colaboración público privada, con uno o varios socios estratégicos tecnológicos e industriales, a través de la iniciativa CIVIL UAVs INITIATIVE, que tiene como objetivo promover la utilización de los UAV en el ámbito civil y, especialmente, en la mejora de los servicios públicos. Los participantes en la Civil UAVs Initiative podrán utilizar el aeródromo dedicado a los UAV civiles de Rozas y el Centro de Investigación Aerotransportada INTA-XUNTA, en el marco de los acuerdos alcanzados por ambas administraciones.

Las aplicaciones contempladas para los drones son estrictamente civiles, como la búsqueda de bancos de peces o la lucha contra el furtivismo-, la agricultura -con la búsqueda de recursos hídricos- y el forestal -con el control de incendios o de plagas. No obstante las aplicaciones futuras con interés para defensa de estas instalaciones e investigaciones son posibles debido al alto carácter dual de estas instalaciones, por ejemplo, en el aeródromo de Rozas se ha probado el modelo de avión no tripulado Atlante, diseñado para satisfacer los requerimientos del Ejército de Tierra español pero con aplicaciones civiles y militares.

Cátedras universidad-empresa

La colaboración entre las Instituciones de la Defensa, la industria y la universidad bajo el modelo de Cátedra Universitaria presenta diferentes modelos en los que cada uno de los actores toma un protagonismo diferente.

Por lo general nos encontramos con Cátedras Universitarias impulsadas por dos de los actores, es decir, siendo el factor común la universidad, la industria del sector de la defensa y las instituciones del área de defensa, no son elementos coincidentes en una misma cátedra, encontrándonos por tanto cátedras impulsadas desde la industria y cátedras impulsadas por las entidades de la defensa.

La triple hélice se cierra en la necesidad de colaboración para el desarrollo de las actividades que las cátedras realizan, independientemente del modelo adoptado para su creación e impulso, ya que las líneas de actuación precisan que defensa, industria y universidad colaboren y se coordinen.

Las principales actividades que realizan las cátedras, que conforman el nexo de unión en donde se dan cita los componentes del sector de la defensa se centran en:

- Actividades de formación, colaborando en el diseño, impartición de asignaturas de libre elección, programas de posgrado, concesión de becas, premios de fin de carrera, concursos de ideas, conferencias y seminarios.
- Actividades de difusión y transferencia del conocimiento: Realización de jornadas de divulgación tecnológica, publicaciones y congresos.
- Actividades de investigación y desarrollo con la promoción de líneas de investigación y apoyo a la realización de tesis doctorales.

Las propias universidades, además, han creado colaboraciones entre las diferentes cátedras para impulsar el aprovechamiento de los recursos disponibles, y nos encontramos en numerosas ocasiones cátedras con objetivos especializados en áreas temáticas científicas (Aeronáutica, Espacio, Materiales) que, debido a multiplicidad de áreas de desarrollo que mantiene el sector de la defensa, confluyen para, en momentos puntuales, centrar algunas de sus actividades en el sector de la Defensa y la Seguridad. Sirva como ejemplo la Cátedra Airbus de Estudios Aeronáuticos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, que ha organizado ciclos de conferencias en torno al desarrollo del programa de transporte militar A400M.

Centrándonos en las cátedras cuyo objetivo está enfocado en el sector de la Defensa y Seguridad, relatamos de forma sucinta las actividades de algunas de ellas:

Cátedra Indra–Universidad de Alcalá

En el año 2011, producto de la colaboración que ya mantenía la Universidad de Alcalá y la multinacional española INDRA, ponen en marcha la Cátedra Indra-UAH en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Seguridad y Defensa.

La cátedra ha puesto en marcha premios a los mejores expedientes en Ingeniería Técnica de Telecomunicación, en las especialidades de Telemática y Sistemas Electrónicos y fomentado actividades de apoyo para la participación en proyectos de ámbito internacional. Ha programado cursos de formación y promueve prácticas en la empresa para los alumnos de la universidad.

En diciembre de 2012 la Cátedra Indra – Universidad Alcalá de Henares organizó la primera Jornada en TIC, Seguridad y Defensa. En estas Jornadas

de carácter anual confluyen los elementos de la triple hélice: Universidad, Industria y Fuerzas Armadas.

INDRA dispone de otras cátedras con las que fomenta la formación e investigación en temas relacionados con las actividades que desarrolla y en las que se ocupa de asuntos relacionados con la Defensa y Seguridad, como es la Cátedra Ciberseguridad de INDRA. Esta cátedra está vinculada al Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid a través del grupo de investigación COSEC Lab (*Computer Security Laboratory*) y desarrollan actividades de investigación y formación en temas relacionados con las áreas de la ciberseguridad y la ciberinteligencia.

Cátedra Servicios de Inteligencia y Sistemas Democráticos

Esta cátedra se creó en 2005 con el convenio de colaboración realizado entre la Universidad Rey Juan Carlos y el Centro Nacional de Inteligencia (CNI), lo que la constituyó como pionera en el ámbito de la inteligencia y de los servicios de inteligencia en España.

La cátedra desarrolla sus actividades en torno a la formación especializada con cursos de posgrados y cursos de formación continua, y mantiene su actividad divulgativa y transferencia del conocimiento con publicaciones periódicas (*Revista Inteligencia y Seguridad*) y publicaciones puntuales especializadas en la materia (*Intelligence Communication for the Digital Era: Transforming Security, Defense, and Business*). Son numerosas las jornadas que organiza y en las que participa, donde colaboran instituciones de defensa y empresas del sector, y donde se ha prestado especial atención durante este año 2015 en el que la Cátedra de Servicios de Inteligencia y Sistemas Democráticos ha celebrado su décimo aniversario.

Cátedra de Seguridad, Emergencias y Catástrofes de la Universidad de Málaga

La Universidad de Málaga puso en marcha esta cátedra cuyo objeto es la realización de actividades de formación, investigación y transferencia de conocimiento sobre la realidad, problemática y perspectivas de situaciones de crisis, urgencias, emergencias y catástrofes.

Esta cátedra tiene firmados convenios de colaboración con la Unidad Militar de Emergencias, la Guardia Civil, el Cuerpo Nacional de Policía, el SAR-Ejército del Aire y diversas sociedades y asociaciones relacionadas con su temática.

Anualmente realiza las Jornadas sobre Seguridad, Emergencias y Catástrofes en la que participan diferentes actores de la industria, los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, Fuerzas Armadas, entidades del ámbito sanitario y civil que afrontan la temática de las Emergencias y Catástrofes.

En la IX edición se realizó un ejercicio multidisciplinar sobre desastre en escenarios múltiples con participación de unidades de Guardia Civil, UME, Policía Nacional, Protección Civil, Cruz Roja, Bomberos y Policía Local.

Cátedra Nebrija Santander en Análisis y Resolución de conflictos

La cátedra Nebrija-Santander en Análisis y Resolución de Conflictos está focalizada en el estudio interdisciplinar de los conflictos para propiciar las actividades docentes y la investigación bajo el análisis y la gestión de conflictos a todo nivel, así como a su repercusión en la seguridad y en la defensa, con la consiguiente colaboración cívico-militar en la materia.

En el eje de la formación y docencia no desarrolla programas específicos con la impartición de seminarios y asignaturas concretas, sino que se coordina con programas de grado y posgrado como son el Grado en Seguridad, el Master en Seguridad y Defensa, Master en Relaciones Internacionales, Master en Inteligencia, Título Propio o Doctorado en Análisis y Resolución de conflictos. Recientemente la cátedra ha realizado las IV Jornadas de Prevención de la Radicalización Yihadista, XL CICA sobre Seguridad y Defensa: Análisis de Riesgos y Amenazas a Infraestructuras Críticas y el I Workshop Internacional: Desafíos a la Seguridad Global, y ha acogido la jornada de encuentro entre el Centro de Estudios Superior de la Defensa (CESEDEN) y el Centro de Altos Estudios Nacionales de Perú (CAEN).

Cátedras y Aulas Patrocinadas del Sector Naval de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la UPM

El compendio de cátedras y aulas patrocinadas de la Escuela Superior de Ingenieros Navales (Cátedra Soermar, Cátedra Pymar, Aula Navantia, Aula Clúster Marítimo Español, Aula Sener) son un ejemplo de las sinergias generadas por la universidad en la confluencia de recursos en la que confluyen universidad, empresa y defensa.

La ETSIN dispone de convenios que le permiten la utilización de recursos de las Instituciones de Defensa para el apoyo a sus actividades, desarrollo de sus investigaciones y fomento de la formación bajo los acuerdos de la ETSIN-UPM con la Armada Española, y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo.

Son estas cátedras y aulas la fórmula que conecta el centro universitario con el sector industrial e institucional marítimo español fomentando la sinergia universidad, instituciones y sector industrial.

Cátedra Isdefe-Universidad Politécnica de Madrid

En el año 2006 Isdefe firmó un acuerdo de cooperación con la Universidad Politécnica de Madrid estableciendo en la Escuela Técnica Superior de Inge-

nieros de Telecomunicación la CÁTEDRA ISDEFE-UPM. Esta cátedra centra su actividad en el sector de defensa en los tres planos: formación, difusión y transferencia del conocimiento e investigación y desarrollo.

En formación dispone de cursos de especialización («Comunicaciones HF»; «Análisis y gestión de riesgos»; «Radio definida por software») y cursos de libre elección (Tecnologías e Industrias para la Defensa y la Seguridad -3 créditos) y masters (tecnología y defensa). Entre las becas, dispone de modalidades para las prácticas en empresa, proyectos fin de carrera y becas de iniciación profesional.

En las actividades de difusión, la cátedra organiza diversas jornadas o participa en el apoyo de otras. Además, desde sus inicios ha elaborado publicaciones entre las que se encuentra la publicación periódica Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM, donde se recogen los resultados de los trabajos y estudios desarrollados para así contribuir así al conocimiento y difusión de diferentes aspectos de la situación del sector de la Defensa.

En el año 2013 la Cátedra Isdefe-Universidad Politécnica de Madrid organizó el Primer Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad (DESEi+d) con la colaboración del Ministerio de Defensa, a través de la Subdirección de Tecnología e Innovación. Este congreso, que se realiza cada año, se ha convertido en un punto de reunión e integración de la investigación entre los diferentes actores del ámbito del I+D en Defensa y Seguridad, y en el que participan universidades, los OPI, empresas y laboratorios que exponen sus trabajos recientes llevados a cabo dentro de proyectos de investigación financiados por las diferentes entidades de ámbito nacional o internacional.

Cátedras impulsadas por las Instituciones de Defensa

Otro punto de apoyo en la colaboración Universidad, FAS y Empresa son las cátedras que se han promovido desde las instituciones docentes de las Fuerzas Armadas y la Universidad, que, en sus actividades, constantemente buscan el apoyo del sector industrial para cerrar el círculo de los agentes del sector de la defensa.

Ejemplos de ello son la Cátedra Paz, Seguridad y Defensa – Universidad de Zaragoza, la Cátedra Almirante Álvarez-Osorio Universidad de Vigo o la Cátedra Ingeniero General D. Antonio Remón y Zarco del Valle en la Universidad Politécnica de Madrid.

Estas cátedras tienen el objetivo común de vocación multidisciplinar y transversal, organizando actividades entre empresas e instituciones interesadas en fomentar la creación de grupos de trabajo con expertos en las materias de defensa y seguridad generando las condiciones necesarias que produzcan las sinergias facilitando el binomio civil y militar.

Sinergias de Cátedras temáticas

Aunque ya se han mencionado algunos ejemplos, como es la Cátedra Airbus de Estudios Aeronáuticos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, o el conjunto de cátedras y aulas patrocinadas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la UPM, existen otras varias que por su objetivo son de especial interés para la Defensa y Seguridad y que organizan jornadas y eventos en este entorno. Algunos ejemplos son las jornadas en Ciberseguridad que organiza la Cátedra Telefónica-Universitat Politècnica de Valencia o las Jornadas sobre Seguridad, Defensa, Tecnologías Matemáticas y Computacionales que organiza la Universidad de A Coruña con el CESEDEN.

Algunos ejemplos de colaboración

Los proyectos y colaboraciones descritos brevemente a continuación son unos cuantos ejemplos, de los existentes, elegidos para demostrar cómo el desarrollo de programas de tecnología y colaboraciones a largo plazo en el marco de la Defensa son claves en la estrategia de negocio de las empresas del sector y pueden generar un efecto tractor significativo para las universidades y centros tecnológicos nacionales.

UPM-INDRA

Uno de los casos de éxito de relaciones empresa-universidad en el ámbito de la cooperación tecnológica para la Defensa es el de los Grupos de Investigación y Desarrollo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e INDRA. Podríamos decir que es un paradigma por su antigüedad, su continuidad y su larga sucesión de éxitos. Constituye un ejemplo al menos a estudiar, no solo como modo de hacer transferencia de tecnología en el largo plazo, sino principalmente como modo de crear tecnología conjuntamente universidad con empresa o a la inversa.

La relación comenzó muy a principios de los 80; hace pues unos 35 años. Fue entonces cuando se firmaron los primeros contratos de colaboración en I+D entre algunas de las empresas que formarían posteriormente INDRA y los Grupos de Teoría y Tratamiento de Señal y de Microondas y Radar. Esas empresas fueron CECSA (pronto CESELSA) y Equipos Electrónicos S.A. (luego INISEL). Luego, más bien pronto, vendrían otros convenios con otras empresas que a la postre constituirían INDRA: Experiencias Industriales, ENSA, ENOSA y naturalmente CESELSA e INISEL.

Lo que tiene de extraordinario no es que comenzara pioneramente en España hace tanto tiempo, lo destacable es que la relación se ha mantenido de

manera prácticamente ininterrumpida hasta hoy, lo que solo ha podido suceder por el acierto del modelo, probablemente consecuencia de una combinación virtuosa de competencia técnica, confianza y profesionalidad por ambas partes.

El modelo además se extendería durante estos años a otros grupos de I+D, mayoritariamente de la propia Escuela de Telecomunicación, y también de otros Centros de la UPM (como la Escuela de Ingenieros Industriales), quizás no con la misma intensidad en todos los casos, pero sí frecuentemente con parecido éxito.

Al principio, los objetivos de las colaboraciones fueron desarrollar y aplicar técnicas de tratamiento de señal y estadístico y tecnologías de microondas y radio en general a los sistemas de vigilancia electrónica, de comunicaciones y de tráfico aéreo (SACTA). Las colaboraciones surgieron principalmente en las áreas de transporte y defensa, en el empeño de desarrollar y desplegar sistemas completos y avanzados con tecnología propia.

En ese contexto, en unas áreas de negocio estratégicas pero incipientes en la perspectiva nacional, el sentido de innovación con riesgo medido de la empresa, los conocimientos y la vocación de un grupo de profesores e investigadores de la UPM, preparados para colaborar con la industria, y determinadas actitudes proactivas de algunos departamentos de la Administración, acordes con lo exigido por los nuevos tiempos tecnológicos, facilitaron esas experiencias. Luego, los éxitos tecnológicos y comerciales de INDRA, el crecimiento y dedicación a la investigación de aquellos grupos de I+D universitarios, pero sobre todo las propias buenas prácticas aprendidas de cooperación bilateral *win-win* permitieron la consolidación y extensión de la colaboración (hoy se contabilizan más de 350 contratos de I+D INDRA-UPM).

Los grupos de la ETSI Telecomunicación con los que se inició este camino en los primeros 80 fueron principalmente: El Grupo de Microondas y Radar, el Grupo de Teoría y Tratamiento de Señal (hoy Grupo de Procesado de Datos y Simulación) y el Grupo de Radiación. Siempre alguno o varios han estado presentes en mayor o menor medida en el desarrollo e implantación de tecnología en los grandes programas de defensa en los que ha participado INDRA: Los programas de radares (LANZA, en sus versión terrestre y embarcada, ARINE, ECR-90 del Eurofighter, HORUS, ARIES, etc.), los programas de Guerra Electrónica, de Acústica Submarina, de Espacio, de Comunicaciones Militares, de Simulación, etc.

Después de 35 años, los cambios en las mismas tecnologías y en las universidades, en las industrias y en las prioridades de la Defensa (y en su organización) han acompañado al cambio en los actores, en los temas y en las formas de cooperación. Sin embargo, lo esencial de la relación entre la ETSI de Telecomunicación de la UPM e INDRA se mantiene.

CASO NAVANTIA

Navantia ha tomado la decisión estratégica de convertir la innovación en uno de sus ejes de actuación principales para mantener su ventaja competitiva en el futuro, lo que requiere fomentar una base científica-tecnológica que sea la base para diseñar y desarrollar nuevos productos para mercados cada vez más demandantes y exigentes. Esta apuesta requiere de una estrecha cooperación con los centros generadores de conocimiento y tecnología.

Por ello ha establecido diversos convenios con distintas universidades con el fin de trabajar conjuntamente en el desarrollo de nuevas tecnologías empleadas en el diseño, desarrollo y construcción naval.

Estos acuerdos han sido alcanzados con las universidades más cercanas a sus distintos centros productivos.

Convenio con la Universidad de A Coruña

Navantia y la Universidad de A Coruña han creado, con el respaldo de la Xunta de Galicia, una unidad mixta de investigación para transformar la compañía en lo que se ha bautizado como astillero 4.0.

Con un presupuesto de 3,5 millones, de los cuales 1 será aportado por Navantia, el grupo de trabajo, que contará con unos 30 investigadores tanto del ámbito académico como industrial, dedicarán al menos tres años a desarrollar sistemas para la modernización y el incremento de la competitividad en el astillero, tendente a la reducción de costes y de los plazos de ejecución de sus productos. Para ello se trabajará en el ámbito del desarrollo de nuevas herramientas de modernización, simulación y robótica, que permitan mejorar todos los procesos.

Las tareas de esta unidad mixta ya han comenzado con las visitas a diversos astilleros internacionales (Daewoo —Corea y Japón—), *Bath Iron Works* (EE. UU.), *Meyer Werft* (Alemania) para obtener información sobre sus procedimientos productivos y evaluación de buenas prácticas.

Convenio con la Universidad Politécnica de Cartagena

Navantia y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) han suscrito un convenio de colaboración en áreas tecnológicas relacionadas con los proyectos que lleva a cabo Navantia en su centro de Cartagena, centrándose principalmente en el campo de submarinos.

Este convenio se inscribe en el acuerdo marco que ambas instituciones suscribieron en el año 2013 que tiene una duración de tres años prorrogables.

El objeto de este acuerdo es establecer el marco de la cooperación científica y tecnológica a llevar a cabo, que entre otros aspectos incluye la realización por la UPCT de actividades específicas en apoyo a las líneas de diseño, desa-

rollo y construcción naval. Para el seguimiento de las actividades se creará una comisión paritaria encargada de seleccionar los proyectos que se lleven a cabo, así como el personal responsable de su desarrollo.

Entre las tareas que serán objeto de investigación se encuentran, por ejemplo, la evaluación de nuevas formas hidrodinámicas de alto rendimiento, el desarrollo de simulación avanzada de procesos físicos e industriales, la aplicación de nuevos materiales a submarinos y el desarrollo, caracterización y modelización de uniones soldadas de aceros de alta resistencia.

También hay que indicar que la UPTC y Navantia, integrados en el Campus Mare Nostrum, mantienen una estrecha colaboración no solo en temas de investigación sino también de formación. Un ejemplo de ello es el plan existente de prácticas para alumnos de la Universidad Politécnica de Cartagena en Navantia.

Convenio con la Universidad de Cádiz

Navantia y la Universidad de Cádiz firmaron un convenio marco de colaboración para impulsar la colaboración científico-tecnológica y la cooperación educativa en distintos ámbitos de acción, centrándose en la formación práctica de los alumnos universitarios, la investigación y la innovación empresarial, el impulso del clúster de la industria naval en Andalucía y la Economía Azul.

Las distintas actividades concretas que se programen en estas áreas de acción dentro de este convenio estarán encaminadas a poner en valor la importancia de la industria naval y *offshore* y precisarán de la firma de convenios específicos de colaboración, que se añadirán como anexos al convenio marco suscrito inicialmente, y en cuyos contenidos se detallarán los objetivos, el programa de actuación y el régimen de desarrollo, así como la memoria económica y las aportaciones de cada una de las partes firmantes. De este modo, la Universidad de Cádiz y Navantia podrán acordar y afrontar la realización de cursos, seminarios, actividades docentes, investigadoras y de innovación, colaboración de personal para la integración en su propia actividad académica, profesional o empresarial.

Los fines en los que se extenderá dicha colaboración son: La formación práctica de los estudiantes universitarios en los ámbitos de la industria naval, los proyectos conjuntos de formación y actualización en el ámbito de las necesidades surgidas en el manejo de buques y su instrumental y de la industria naval y *offshore*, el desarrollo de una I+D+i en el ámbito de las líneas de actividad de Navantia y la realización de proyectos de transferencia hacia terceros.

Para la evaluación de las acciones que se impulsen bajo el amparo de convenio firmado, se ha creado una comisión de seguimiento, de composición

paritaria entre la UCA y Navantia, que será el órgano encargado de planificar, potenciar, controlar y evaluar los proyectos que se determinen.

Esta colaboración entre la Universidad de Cádiz y Navantia no es nueva ya que cuenta con varios precedentes, como su participación conjunta en la creación del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI.Mar) o de la plataforma para la Economía Azul en Andalucía.

CASO ITP

La colaboración de ITP con la universidad gira en torno a programas de I+D y de desarrollo de nuevas tecnologías. La citada colaboración se formaliza mediante la firma de convenios, ya sea de forma directa o mediante la colaboración con centros tecnológicos, los cuales a su vez se apoyan en la universidad.

Entre los primeros, señalamos en convenio de colaboración entre ITP y la UPM para la formación de expertos en ingeniería aeronáutica, el cual se concreta con la creación de la «Cátedra ITP de estudios de turbomaquinaria» ubicada en la ETSI Aeronáuticos de la UPM. Entre sus objetivos, la creación de becas para Proyectos de Fin de Carrera relacionados con las actividades de ITP así como la realización de prácticas.

De forma similar, ITP colabora con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad del País Vasco (ETSIB), donde destaca la promoción del Aula Aeronáutica y becas para la realización de prácticas.

En lo que respecta a acuerdos de colaboración con centros de investigación, destacamos el firmado en 2013 entre ITP y el CEIT-IK4 para la investigación, análisis y promoción del Sector Aeroespacial. Además, esta colaboración fomenta la realización de tesis doctorales, proyectos fin de carrera y actividades de laboratorio con TECNUN-Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra.

Sobre estos últimos, destacamos la primera edición de las «Jornadas ITP – Centros Tecnológicos» celebrada en 2015, cuyo objetivo es poner en común la estrategia de investigación en tecnología aeronáutica de ITP para la próxima década. A las jornadas asistieron las siguientes entidades colaboradas de ITP: Centro de Tecnologías Aeronáuticas de Zamudio (CTA), CEIT-IK4, Universidad del País Vasco, Universidad de Mondragón, UPM e IMDEA Materiales. Estas entidades presentaron propuestas en materia de investigación de desarrollo de tecnología que puedan dar respuesta a cuestiones claves para ITP y que, en caso de materializarse, supondrán un efecto tractor en la industria aeronáutica, cuya relación con la industria de Defensa es conocida.

Ejemplos particulares

- Programa Clean Sky 1 (2008-2016): ITP lidera el desarrollo de un demostrador de una nueva generación de Turbinas de Baja Presión (LPT) para motores turbina de 3 ejes de gran tamaño. En el proyecto, ITP contrata con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad de Mondragón, CTA, CEIT-IK4 e IMDEA Materiales.
- Proyecto LEMCOTEC (*Low Emissions Core-Engine Technologies*) (2011-2015). ITP lidera el desarrollo de turbinas y de compresores. En el proyecto, ITP contrata con la UPM en pruebas de cascadas lineales y con el CTA realización de pruebas en banco de la turbina.
- Proyecto ENOVAL (2013-2017). Proyecto para el desarrollo de nuevas tecnologías de cara a mejorar la eficacia y optimizar el peso de las turbinas y su aplicación en la nueva generación de turbinas para motores Ultra-High By-pass Ratio (UHBR) con y sin caja reductora. ITP lidera el desarrollo de estas nuevas LPT en colaboración con la UPM para la definición del fan variable y las NGV, Universidad de Mondragón para el modelado del proceso de fabricación de discos, CTA para la realización de pruebas en banco y CEIT-IK4 y modelos de detección temprana de grietas.
- Proyecto E-BREAK (2012-2016). Proyecto para el desarrollo de nuevas tecnologías para el sellado del aire en turbinas y optimización de utilización de material. ITP lidera el proyecto en colaboración con el CTA (pruebas de estabilidad de los sellos) y CEIT-IK4 para la realización de pruebas de fatiga y de velocidad de grietas.
- Proyecto RECORD (2013-2016). Proyecto para predecir y reducir la transmisión del ruido de la combustión a través de la turbina. ITP lidera el proyecto y colabora con la UPM para los cálculos CFD.
- Proyecto NEAT (*New Efficient Aeroengine Turbomachinery*) (2013-2015). ITP lidera el proyecto con el objeto de desarrollar tecnología de aplicación al diseño de los LPT. La UPM colabora con un importe en la adquisición y procesamiento de los datos de pruebas, y el CTA en el diseño e instrumentalización de los ensayos aerodinámicos en banco.
- Proyecto DESAFIO (2014-2016). ITP lidera el proyecto para el desarrollo de un nuevo proceso de fabricación de componentes críticos rotativos. La UPV/EHU colabora en el desarrollo de técnicas de torneado, fresado y taladro y con la Universidad de Mondragón en la correlación de parámetros.
- Proyecto FUTURALVE (2015-2019), cuyo objetivo principal que los socios empresariales, universidades y centros tecnológicos desarrollen las tecnologías de materiales y fabricación avanzada para la nueva generación de turbinas de alta velocidad. Junto con ITP, el consorcio lo forman otros cinco socios industriales (Metalúrgica Marina, Mizar, ONA, Renishaw y

Sariki), que a su vez contratará trabajos punteros a nueve centros tecnológicos y universidades: AIMME Instituto Tecnológico Metalmecánico; Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC); Centro Tecnológico CEIT-IK4; Ideko; IMDEA Materiales; Lortek; Universidad de Mondragón; Fundación Prointec y la Universidad del País Vasco. Con este proyecto, ITP consolida el efecto tractor que mantiene tanto en la industria como entre los centros tecnológicos y universidades en España.

Composición del grupo de trabajo

Coordinador:	D. José Carlos de la Fuente Chacón <i>General de división. Director del Instituto de Historia Militar.</i>
Secretario:	D. David Ramírez Morán <i>Analista del IEEE.</i>
Vocales:	D. David García Dolla <i>Doctor Ingeniero Industrial.</i> <i>Asistencia técnica de ISDEFE en DGAM.</i> D. Vicente Ortega Castro <i>Presidente de la Fundación Círculo de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad.</i> <i>Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.</i> D. Gonzalo León Serrano <i>Delegado del Rector para Partenariados en innovación.</i> <i>Director del Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica de la Universidad Politécnica de Madrid.</i> D. José María Riola Rodríguez <i>Capitán de Fragata Ingeniero de la Armada Española.</i> D. Jesús Efrén Yániz Igal <i>Adjunto al director de Desarrollo de Negocio de ISDEFE.</i>

D. Luis García Caballero

Gerente de Gestión Tecnológica e Industrial de ISDEFE.

D. Guillermo González Muñoz de Morales

Jefe de Área de Prospectiva de ISDEFE.

Cuadernos de Estrategia

- 01 La industria alimentaria civil como administradora de las FAS y su capacidad de defensa estratégica
- 02 La ingeniería militar de España ante el reto de la investigación y el desarrollo en la defensa nacional
- 03 La industria española de interés para la defensa ante la entrada en vigor del Acta Única
- 04 Túnez: su realidad y su influencia en el entorno internacional
- 05 La Unión Europea Occidental (UEO) (1955-1988)
- 06 Estrategia regional en el Mediterráneo Occidental
- 07 Los transportes en la raya de Portugal
- 08 Estado actual y evaluación económica del triángulo España-Portugal-Marruecos
- 09 Perestroika y nacionalismos periféricos en la Unión Soviética
- 10 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (I)
- 11 La gestión de los programas de tecnologías avanzadas
- 12 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (II)
- 13 Cobertura de la demanda tecnológica derivada de las necesidades de la defensa nacional

- 14 Ideas y tendencias en la economía internacional y española
- 15 Identidad y solidaridad nacional
- 16 Implicaciones económicas del Acta Única 1992
- 17 Investigación de fenómenos belígenos: método analítico factorial
- 18 Las telecomunicaciones en Europa, en la década de los años 90
- 19 La profesión militar desde la perspectiva social y ética
- 20 El equilibrio de fuerzas en el espacio sur europeo y mediterráneo
- 21 Efectos económicos de la unificación alemana y sus implicaciones estratégicas
- 22 La política española de armamento ante la nueva situación internacional
- 23 Estrategia finisecular española: México y Centroamérica
- 24 La Ley Reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional (cuatro cuestiones concretas)
- 25 Consecuencias de la reducción de los arsenales militares negociados en Viena, 1989. Amenaza no compartida
- 26 Estrategia en el área iberoamericana del Atlántico Sur
- 27 El Espacio Económico Europeo. Fin de la Guerra Fría
- 28 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (I)
- 29 Sugerencias a la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)
- 30 La configuración de Europa en el umbral del siglo XXI
- 31 Estudio de «inteligencia operacional»
- 32 Cambios y evolución de los hábitos alimenticios de la población española
- 33 Repercusiones en la estrategia naval española de aceptarse las propuestas del Este en la CSBM, dentro del proceso de la CSCE
- 34 La energía y el medio ambiente
- 35 Influencia de las economías de los países mediterráneos del norte de África en sus respectivas políticas defensa
- 36 La evolución de la seguridad europea en la década de los 90
- 37 Análisis crítico de una bibliografía básica de sociología militar en España. 1980-1990
- 38 Recensiones de diversos libros de autores españoles, editados entre 1980-1990, relacionados con temas de las Fuerzas Armadas
- 39 Las fronteras del mundo hispánico
- 40 Los transportes y la barrera pirenaica

- 41 Estructura tecnológica e industrial de defensa, ante la evolución estratégica del fin del siglo XX
- 42 Las expectativas de la I+D de defensa en el nuevo marco estratégico
- 43 Costes de un ejército profesional de reclutamiento voluntario. Estudio sobre el Ejército profesional del Reino Unido y (III)
- 44 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (II)
- 45 Desequilibrios militares en el Mediterráneo Occidental
- 46 Seguimiento comparativo del presupuesto de gastos en la década 1982-1991 y su relación con el de Defensa
- 47 Factores de riesgo en el área mediterránea
- 48 Las Fuerzas Armadas en los procesos iberoamericanos de cambio democrático (1980-1990)
- 49 Factores de la estructura de seguridad europea
- 50 Algunos aspectos del régimen jurídico-económico de las FAS
- 51 Los transportes combinados
- 52 Presente y futuro de la conciencia nacional
- 53 Las corrientes fundamentalistas en el Magreb y su influencia en la política de defensa
- 54 Evolución y cambio del este europeo
- 55 Iberoamérica desde su propio sur. (La extensión del Acuerdo de Libre Comercio a Sudamérica)
- 56 La función de las Fuerzas Armadas ante el panorama internacional de conflictos
- 57 Simulación en las Fuerzas Armadas españolas, presente y futuro
- 58 La sociedad y la defensa civil
- 59 Aportación de España en las cumbres iberoamericanas: Guadalajara 1991-Madrid 1992
- 60 Presente y futuro de la política de armamentos y la I+D en España
- 61 El Consejo de Seguridad y la crisis de los países del Este
- 62 La economía de la defensa ante las vicisitudes actuales de las economías autonómicas
- 63 Los grandes maestros de la estrategia nuclear y espacial
- 64 Gasto militar y crecimiento económico. Aproximación al caso español
- 65 El futuro de la Comunidad Iberoamericana después del V Centenario
- 66 Los estudios estratégicos en España
- 67 Tecnologías de doble uso en la industria de la defensa

- 68 Aportación sociológica de la sociedad española a la defensa nacional
- 69 Análisis factorial de las causas que originan conflictos bélicos
- 70 Las conversaciones internacionales Norte-Sur sobre los problemas del Mediterráneo Occidental
- 71 Integración de la red ferroviaria de la península ibérica en el resto de la red europea
- 72 El equilibrio aeronaval en el área mediterránea. Zonas de irradiación de poder
- 73 Evolución del conflicto de Bosnia (1992-1993)
- 74 El entorno internacional de la Comunidad Iberoamericana
- 75 Gasto militar e industrialización
- 76 Obtención de los medios de defensa ante el entorno cambiante
- 77 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) de la Unión Europea (UE)
- 78 La red de carreteras en la península ibérica, conexión con el resto de Europa mediante un sistema integrado de transportes
- 79 El derecho de intervención en los conflictos
- 80 Dependencias y vulnerabilidades de la economía española: su relación con la defensa nacional
- 81 La cooperación europea en las empresas de interés de la defensa
- 82 Los cascos azules en el conflicto de la ex-Yugoslavia
- 83 El sistema nacional de transportes en el escenario europeo al inicio del siglo XXI
- 84 El embargo y el bloqueo como formas de actuación de la comunidad internacional en los conflictos
- 85 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) para Europa en el marco del Tratado de no Proliferación de Armas Nucleares (TNP)
- 86 Estrategia y futuro: la paz y seguridad en la Comunidad Iberoamericana
- 87 Sistema de información para la gestión de los transportes
- 88 El mar en la defensa económica de España
- 89 Fuerzas Armadas y sociedad civil. Conflicto de valores
- 90 Participación española en las fuerzas multinacionales
- 91 Ceuta y Melilla en las relaciones de España y Marruecos
- 92 Balance de las primeras cumbres iberoamericanas
- 93 La cooperación hispano-franco-italiana en el marco de la PESC

- 94 Consideraciones sobre los estatutos de las Fuerzas Armadas en actividades internacionales
- 95 La unión económica y monetaria: sus implicaciones
- 96 Panorama estratégico 1997/98
- 97 Las nuevas Españas del 98
- 98 Profesionalización de las Fuerzas Armadas: los problemas sociales
- 99 Las ideas estratégicas para el inicio del tercer milenio
- 100 Panorama estratégico 1998/99
- 100-B 1998/99 Strategic Panorama
- 101 La seguridad europea y Rusia
- 102 La recuperación de la memoria histórica: el nuevo modelo de democracia en Iberoamérica y España al cabo del siglo XX
- 103 La economía de los países del norte de África: potencialidades y debilidades en el momento actual
- 104 La profesionalización de las Fuerzas Armadas
- 105 Claves del pensamiento para la construcción de Europa
- 106 Magreb: percepción española de la estabilidad en el Mediterráneo, prospectiva hacia el 2010
- 106-B Maghreb: perception espagnole de la stabilité en Méditerranée, prospective en vue de L'année 2010
- 107 Panorama estratégico 1999/2000
- 107-B 1999/2000 Strategic Panorama
- 108 Hacia un nuevo orden de seguridad en Europa
- 109 Iberoamérica, análisis prospectivo de las políticas de defensa en curso
- 110 El concepto estratégico de la OTAN: un punto de vista español
- 111 Ideas sobre prevención de conflictos
- 112 Panorama Estratégico 2000/2001
- 112-B Strategic Panorama 2000/2001
- 113 Diálogo mediterráneo. Percepción española
- 113-B Le dialogue Méditerranéen. Une perception espagnole
- 114 Aportaciones a la relación sociedad - Fuerzas Armadas en Iberoamérica
- 115 La paz, un orden de seguridad, de libertad y de justicia
- 116 El marco jurídico de las misiones de las Fuerzas Armadas en tiempo de paz
- 117 Panorama Estratégico 2001/2002

- 117-B 2001/2002 Strategic Panorama
- 118 Análisis, estrategia y prospectiva de la Comunidad Iberoamericana
- 119 Seguridad y defensa en los medios de comunicación social
- 120 Nuevos riesgos para la sociedad del futuro
- 121 La industria europea de defensa: presente y futuro
- 122 La energía en el espacio euromediterráneo
- 122-B L'énergie sur la scène euroméditerranéenne
- 123 Presente y futuro de las relaciones cívico-militares en Hispanoamérica
- 124 Nihilismo y terrorismo
- 125 El Mediterráneo en el nuevo entorno estratégico
- 125-B The Mediterranean in the New Strategic Environment
- 126 Valores, principios y seguridad en la comunidad iberoamericana de naciones
- 127 Estudios sobre inteligencia: fundamentos para la seguridad internacional
- 128 Comentarios de estrategia y política militar
- 129 La seguridad y la defensa de la Unión Europea: retos y oportunidades
- 130 El papel de la inteligencia ante los retos de la seguridad y defensa internacional
- 131 Crisis locales y seguridad internacional: El caso haitiano
- 132 Turquía a las puertas de Europa
- 133 Lucha contra el terrorismo y derecho internacional
- 134 Seguridad y defensa en Europa. Implicaciones estratégicas
- 135 La seguridad de la Unión Europea: nuevos factores de crisis
- 136 Iberoamérica: nuevas coordenadas, nuevas oportunidades, grandes desafíos
- 137 Irán, potencia emergente en Oriente Medio. Implicaciones en la estabilidad del Mediterráneo
- 138 La reforma del sector de seguridad: el nexo entre la seguridad, el desarrollo y el buen gobierno
- 139 Security Sector Reform: the Connection between Security, Development and Good Governance
- 140 Impacto de los riesgos emergentes en la seguridad marítima
- 141 La inteligencia, factor clave frente al terrorismo internacional
- 142 Del desencuentro entre culturas a la Alianza de Civilizaciones. Nuevas aportaciones para la seguridad en el Mediterráneo

- 143 El auge de Asia: implicaciones estratégicas
- 144 La cooperación multilateral en el Mediterráneo: un enfoque integral de la seguridad
- 145 La Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD) tras la entrada en vigor del Tratado de Lisboa
- 145-B The European Security and Defense Policy (ESDP) after the entry into Force of the Lisbon Treaty
- 146 Respuesta europea y africana a los problemas de seguridad en África
- 146-B European and African Response to Security Problems in Africa
- 147 Los actores no estatales y la seguridad internacional: su papel en la resolución de conflictos y crisis
- 148 Conflictos, opinión pública y medios de comunicación. Análisis de una compleja interacción
- 149 Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el ciberespacio
- 150 Seguridad, modelo energético y cambio climático
- 151 Las potencias emergentes hoy: hacia un nuevo orden mundial
- 152 Actores armados no estables: retos a la seguridad
- 153 Proliferación de ADM y de tecnología avanzada
- 154 La defensa del futuro: innovación, tecnología e industria
- 154-B The Defence of the Future: Innovation, Technology and Industry
- 155 La Cultura de Seguridad y Defensa. Un proyecto en marcha
- 156 El gran Cáucaso
- 157 El papel de la mujer y el género en los conflictos
- 157-B The role of woman and gender in conflicts
- 158 Los desafíos de la seguridad en Iberoamérica
- 159 Los potenciadores del riesgo
- 160 La respuesta del derecho internacional a los problemas actuales de la seguridad global
- 161 Seguridad alimentaria y seguridad global
- 161-B Food security and global security
- 162 La inteligencia económica en un mundo globalizado
- 162-B Economic intelligence in global world
- 163 Islamismo en (r)evolución: movilización social y cambio político
- 164 Afganistán después de la ISAF
- 165 España ante las emergencias y catástrofes. Las Fuerzas Armadas en colaboración con las autoridades civiles

- 166 Energía y Geoestrategia 2014
- 166-B Energy and Geostrategy 2014
- 167 Perspectivas de evolución futura de la política de seguridad y defensa de la UE. Escenarios de crisis
- 167-B Prospects for the future evolution of the EU's security and defence policy. Crisis scenarios
- 168 Evolución del mundo árabe: tendencias
- 169 Desarme y control de armamento en el siglo xxi: limitaciones al comercio y a las transferencias de tecnología
- 170 El sector espacial en España. Evolución y perspectivas
- 171 Cooperación con Iberoamérica en materia de defensa
- 172 Cuadernos de Estrategia 172 Cultura de Seguridad y Defensa: fundamentos y perspectivas de mejora
- 173 La internacional yihadista
- 174 Economía y geopolítica en un mundo globalizado
- 175 Industria Española de Defensa. Riqueza, tecnología y seguridad
- 176 shael 2015, origen de desafíos y oportunidades
- 177 UE-EE.UU.: Una relación indispensable para la paz y la estabilidad mundiales
- 178 Rusia bajo el liderazgo de Putin. La nueva estrategia rusa a la búsqueda de su liderazgo regional y el reforzamiento como actor global.
- 179 Análisis comparativo de las capacidades militares españolas con las de los países de su entorno
- 180 Estrategias para derrotar al Dáesh y la reestabilización regional
- 181 América Latina: nuevos retos en seguridad y defensa



SECRETARÍA
GENERAL
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL



ISBN 978-84-9091-217-1
9 788490 912171