

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 Secretaria 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.

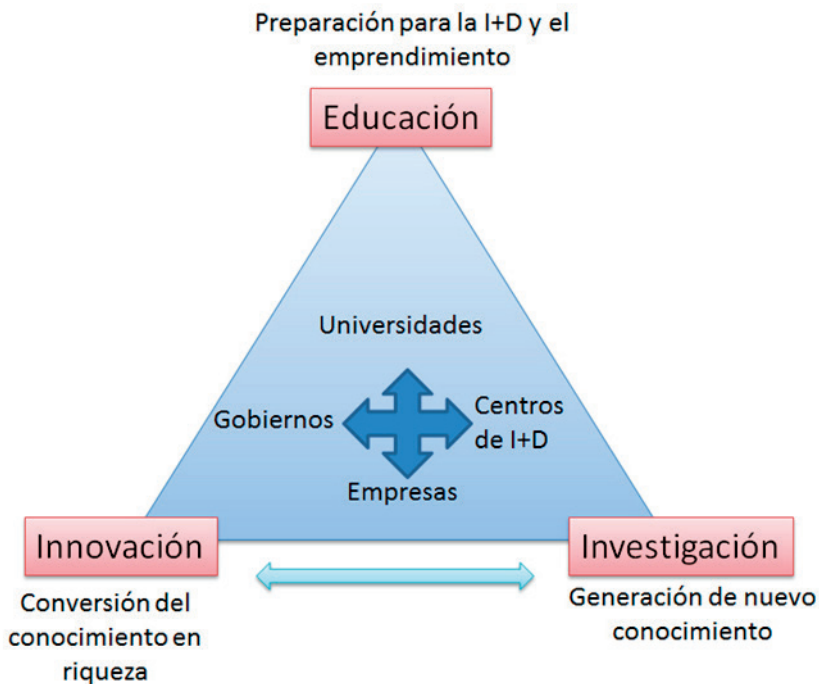


Figura 1. Triángulo del conocimiento y su aplicación al MINISDEF.

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 desgana 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

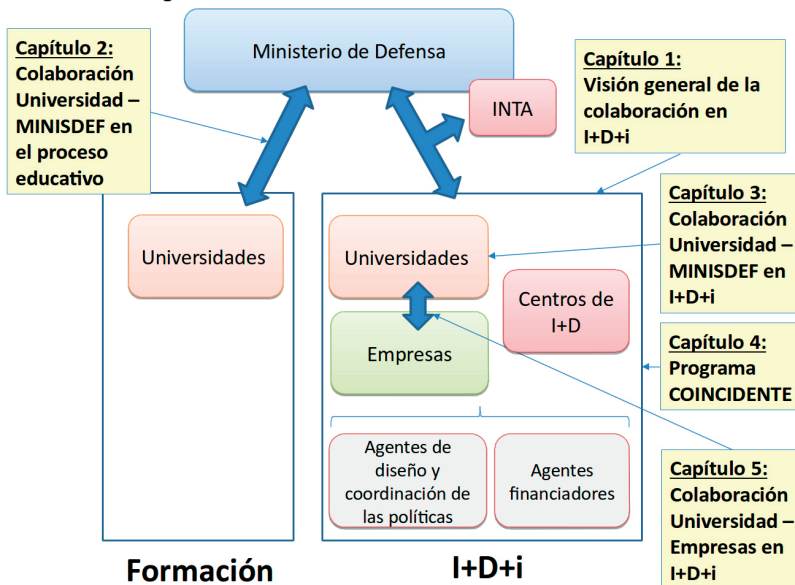


Figura 2. Esquema general de desarrollo del cuaderno.

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 sufragen 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.

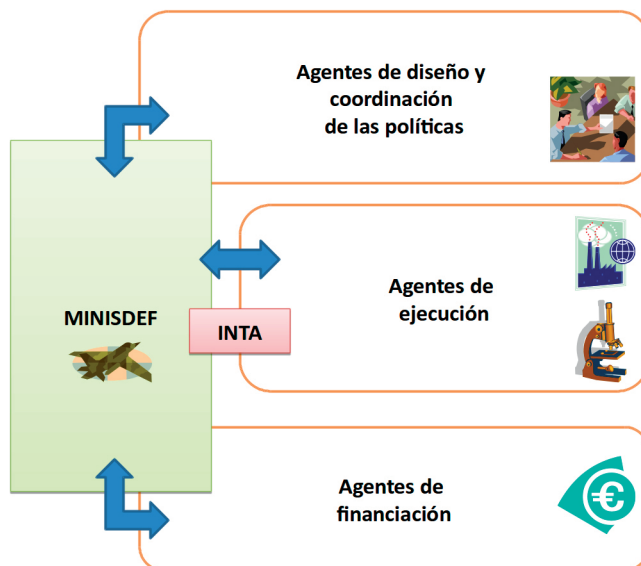


Figura 3. Relación del MINISDEF con los agentes del Sistema de Ciencia, Tecnología y de Innovación.

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 los 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.

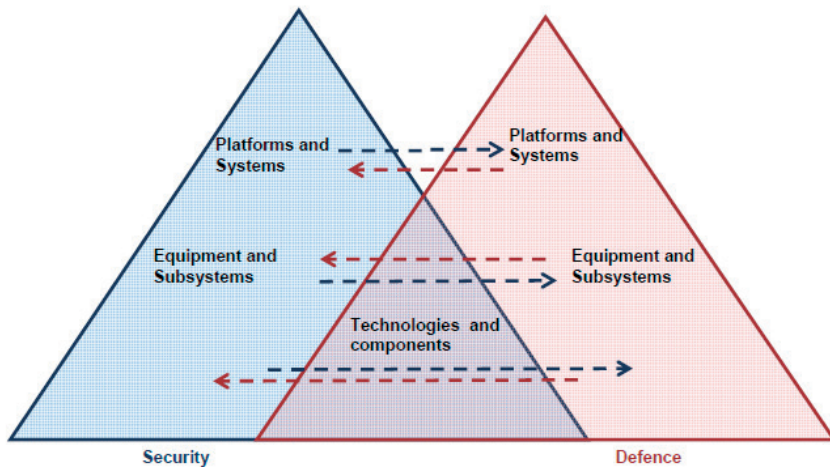


Figura 4. Relación entre tecnologías de defensa y seguridad (Fuente: Ecorys).

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.

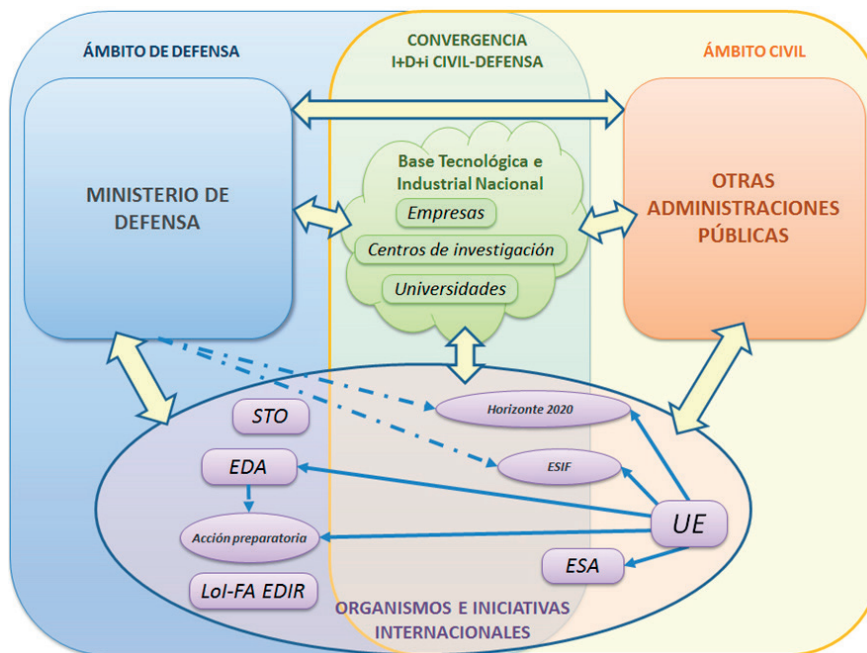


Figura 5. Panorama de cooperación internacional en I+D+i (Fuente: ETID 2015).

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 comunales 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.

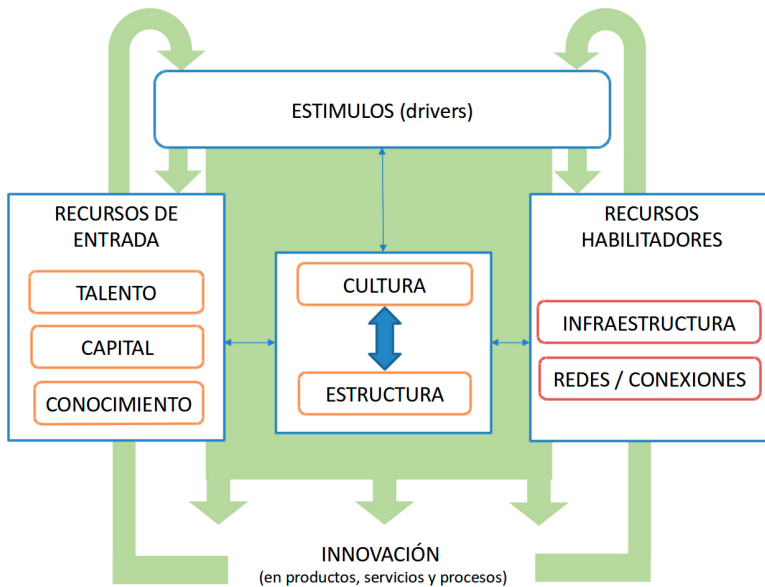


Figura 8. Modelo de innovación desarrollado por RAND Europa para el Ministerio de Defensa del Reino Unido.

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar utilizar en los procesos de innovación estándares de Defensa que limiten la escala de los potenciales mercados de utilización de los resultados.
	Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de redes externas de expertos técnicos y de gestión en los que apoyarse durante el proceso de innovación.
	Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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.