

CAPÍTULO SEGUNDO

LA INNOVACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO DE DEFENSA

Manuel Pereira Rueda

RESUMEN

La importancia de la I+D y la innovación en defensa reside fundamentalmente en su capacidad para contribuir a reducir riesgos e incertidumbres en materia de defensa de un país, desarrollando capacidades militares, ayudando a que sus fuerzas armadas actúen como cliente inteligente y fomentando su incorporación en la base tecnológica e industrial nacional.

La tendencia contemporánea de predominio de la tecnología civil y comercial hace que los países apuesten al máximo por elementos comerciales, COTS (commercial off the shelf) y MOTS (military off the shelf), a la hora de atender sus necesidades de defensa con el riesgo de no reconocer las posibilidades y oportunidades que el I+D abre, y en consecuencia, atender el corto plazo acudiendo a lo que el mercado ofrece y reduciendo la capacidad tecnológica de sus fuerzas armadas como cliente. En este sentido la existencia de una planificación y un cierto grado de centralización en la gestión del I+D de defensa es un instrumento de capital importancia que, además de reducir ese riesgo, facilita el intercambio de conocimientos entre los generadores de conocimiento y proveedores de tecnología con los usuarios, es decir del triángulo fuerzas armadas, comunidad de I+D e industria. Para el apoyo a la coordinación de la gestión del I+D el Ministerio de Defensa español estableció diversos instrumentos, entre ellos un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica, y desarrolló una Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa. Adicionalmente, el paradigma clásico del I+D de defensa se ve alterado por los términos difusos que separan seguridad y defensa, en los que se puede decir con carácter general que hay una convergencia de tecnologías, por lo que habrá que contemplar la financiación y coordinación del I+D relacionada con seguridad y defensa desde un punto de vista más amplio.

Palabras clave

Investigación y desarrollo, innovación, tecnología, convergencia, prospectiva, soft sciences, hard sciences, paradigma, planeamiento, cambio, metas tecnológicas, estrategia

Manuel Pereira Rueda

ABSTRACT

The relevance of investing resources in R&D and innovation for defence, lies in their capacity for reducing the risks and uncertainties which will characterize future military operations, enabling the Ministry of Defence to become a smarter client and contributing to bring our industrial base towards a more competitive position.

The outlooks state that military R&D will longer be a leading driver of many of the new developments and technologies. COTS and MOTS will be common elements in future defence systems. In addition, new strategies for allowing the incorporation of new technologies and tendencies into the defence systems with reduced costs and in shorter periods of time will be necessary. This scenario demands the creation of a centralized organization for managing and coordinating all defence R&D activities. As key tools for assisting and helping to manage the R&D activities they were created in 2003 the Defence Technology Watch System (SOPT) and recently, in 2010, it has been launched the Spanish MoD Strategy of Technology and Innovation for Defence (ETID).

The increasing blurring existing at the frontiers that separate the military, security and civil matters makes necessary to abandon the term «dual» and introduce a new term: «convergence» which is a better description of the new scenario where the R&D activities for defence will be included inside a wider frame of collaborative actions, in terms of coordination and financial support, with other domains traditionally independents and separate from the defence universe..

Key words

Research and development, innovation, technology, convergence, forecast, soft sciences, hard sciences, paradigm, planning, change, technological goals, strategy

■ INTRODUCCIÓN

Este trabajo está basado fundamentalmente en la información recopilada, jornadas y entrevistas realizadas durante la redacción de la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa, por lo que quiero agradecer la colaboración del Sistema de Observación y Prospectiva de la Subdirección General de Tecnología e Innovación y en especial el esfuerzo realizado por D. Germán Vergara Ogando y D. Guillermo González Muñoz de Morales, quienes además de colaborar aportaron sentido crítico.

A lo largo del capítulo se hablará indistintamente de «Investigación y desarrollo para defensa» e «Innovación para defensa» como términos intercambiables en orden a remarcar su estrecha relación, y al hecho de que sus actuaciones deben estar integradas, y además, el objeto de esta monografía es el conocimiento y la tecnología aplicada a defensa, y el de su implementación el de este trabajo.

La utilidad estratégica del I+D de defensa deriva de su contribución a la mitigación de riesgos e incertidumbres en materia de defensa nacional, al desarrollo de capacidades militares y a la mejora de la actuación de las fuerzas armadas como cliente inteligente que apoya y fomenta la incorporación de la innovación en la base tecnológica e industrial nacional. La I+D de defensa desempeña, cada día más, el importante papel de dar soluciones interinstitucionales, en términos de seguridad global, en esta era de amenaza asimétrica que nos toca vivir. Sin embargo estas múltiples facetas se ven obstaculizadas muchas veces por el pobre reconocimiento de las oportunidades y posibilidades que abre, y al «cortoplacismo» y excesiva actitud, en cierto modo natural, de los organismos logísticos de acudir a lo que el mercado ofrece como probado. Se puede decir que la existencia de una cultura organizativa orientada hacia el conocimiento y hacia la innovación continua en los sistemas de defensa es un factor crítico para la integración del I+D en las políticas de seguridad y defensa⁽¹⁾.

Uno de los papeles de la innovación para la defensa es crear y mantener a las fuerzas armadas en la vanguardia del conocimiento tecnológico. La cuestión a dilucidar es si los organismos de defensa deberían ser actores creadores del conocimiento o sólo clientes para usar productos que están en el mercado y en los que el I+D ha sido desarrollado por suministradores ajenos a la aplicación. La tendencia contemporánea de dominio de la tecnología civil y comercial, hace que incluso los grandes países, con el objeto de reducir costes y plazos, estén apostando por el uso COTS y MOTS, especialmente cuando hay que atender necesidades operativas urgentes. En este sentido muchos de ellos ya dependen de los esfuerzos privados en I+D, y en palabras de Andrew D. James... «*en la capacidad de los sistemas militares de incorporar tecnologías y capturar los beneficios de la innovación comercial*»⁽²⁾. Este proceso mal gestionado, tiene

⁽¹⁾ JERNALAVICES Tomas, *Defence R&D: Lessons from NATO Allies*, ICDS, 2009

⁽²⁾ JAMES Andrew D., *Transatlantic defence R&T goal: Causes, consequences and controversies*, *Defence and Peace Economics*, Vol 17(3) (2006).

un alto riesgo de convertir a las fuerzas armadas y a los gobiernos en «clientes menos inteligentes» incapaces de apreciar adecuadamente lo que hay en el mercado y de cómo usar la tecnología y el conocimiento.

Adicionalmente, el paradigma clásico del I+D de defensa se ve alterado por los límites difusos entre defensa y seguridad. Las operaciones actuales y previstas comprenden, desde el punto de vista organizativo aspectos de policía, de inteligencia y militares; y desde el punto de vista operativo actividades contra el terrorismo, mantenimiento de la paz, protección de infraestructuras críticas, control de espacio marítimo de soberanía, etc. Es decir, aspectos en los que se ven involucrados diferentes organismos de la Administración, en los que existe una convergencia de las tecnologías utilizadas y por lo que es necesario contemplar la coordinación y financiación de los proyectos y programas de I+D relacionados con seguridad y defensa desde un punto de vista más amplio.

Por otro lado, como puso de manifiesto la Oficina Nacional de Auditorías del Ministerio de Defensa de USA (DOD) la no madurez de las tecnologías en tiempo produce retrasos importantes en los desarrollos y como consecuencia incremento de costes. En este sentido la existencia de una planificación y un cierto grado de centralización en la gestión del I+D de defensa, como se verá más adelante, es un instrumento de capital importancia; además de ser un instrumento que facilita, entre otras cosas, el intercambio de conocimientos entre los generadores de conocimiento y proveedores de tecnología con los usuarios, es decir del triángulo fuerzas armadas, comunidad de I+D e industria.

Los argumentos de soberanía estratégica, para un país como el nuestro, deberían jugar el papel que le corresponde en el planeamiento del I+D, teniendo en cuenta que está integrado en diversas organizaciones colectivas de defensa. En este sentido es importante identificar los nichos tecnológicos en los que se tenga mucho que decir por su excelencia tecnológica.

Este capítulo está estructurado en cuatro secciones: en la primera se describe el mundo cambiante que nos ha tocado vivir desde el punto de vista tecnológico, en la segunda la necesidad de implantar nuevos sistemas de planeamiento y gestión de la tecnología en orden a incorporar puntualmente tecnologías maduras avanzadas en los sistemas de armas en desarrollo, en la tercera se hace una descripción detallada de uno de los instrumentos de gestión: la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa, finalizando con unas conclusiones en la cuarta.

■ ENTORNO MUY CAMBIANTE E INCIERTO

La distribución de los poderes políticos, económicos y militares en el mundo está cambiando y cada vez se hace más difusa. El crecimiento de China, el país

más poblado de la Tierra, o de India, la democracia más grande del mundo, va a continuar en las próximas décadas, remodelando un nuevo balance en la distribución de fuerzas del panorama internacional. Los Estados Unidos seguirán siendo la potencia más poderosa del planeta, pero necesitará de alianzas estratégicas más sólidas con sus aliados tradicionales para mantener su estatus. Este panorama, ya de por sí complejo, se verá cada vez más amenazado por el continuo crecimiento de actores fuera del control de los estados que se podrán beneficiar del inevitable proceso de globalización caracterizado por el derrumbe de las barreras que hoy les impiden el acceso a productos tecnológicos avanzados.

Conforme la innovación tecnológica y los flujos de información sigan acelerando su crecimiento, estos grupos continuarán ganando influencia y capacidades. La proliferación de armas de destrucción masiva va a continuar siendo una amenaza creciente, minando la seguridad global y dificultando los esfuerzos dedicados a mantener la paz. Una serie de tendencias transversales vienen a complicar el panorama: la crisis financiera, la demanda creciente de energía, la escasez de recursos naturales, la rápida urbanización de las zonas litorales, el cambio climático o los efectos de una demografía exacerbada, etc. son causas de tensiones frecuentes en las relaciones internacionales que a la postre se traducen en conflictos, que han dejado de tener una dimensión local, y su ámbito de influencia se extiende hasta alcanzar en muchos casos dimensiones globales.

Conforme nuevas potencias emergen y otros actores no gubernamentales se hacen más poderosos, es cada vez más importante garantizar el acceso de occidente a los recursos naturales y otros bienes de interés general existentes. Se hace necesario asegurar tanto el transporte de bienes a través del mundo, como el flujo de información. Una serie de acontecimientos recientes han puesto de manifiesto la creciente amenaza y los retos tecnológicos que conllevan los ataques en el ciberespacio, la piratería informática, las pruebas de armas antisatélite o el creciente número de naciones con tecnología capaz de lanzar al espacio naves y sistemas. Dada la proliferación de armas y tecnologías sofisticadas, pequeños estados y grupos serán capaces de adquirir y emplear armas muy precisas de largo alcance lo que les convierte en potenciales adversarios muy a tener en cuenta en el balance final de fuerzas. En el curso de los años venideros se prevé que los conflictos armados sean más una consecuencia de las debilidades de los estados que de su propia fortaleza.

■ Desde el punto de vista operativo

Como consecuencia de la complejidad que están adoptando, los conflictos se encuentran inmersos en una profunda evolución que tiene consecuencias directas sobre la forma en que se llevan a cabo las operaciones militares en las que están envueltas hoy las fuerzas armadas. Las lecciones aprendidas en estos

conflictos nos dicen que ahora más que nunca son necesarias fuerzas conjuntas y combinadas capaces de operar en un ancho rango de localizaciones geográficas y bajo un amplio espectro de situaciones en las que el contacto con la población civil, con otros socios internacionales, etc. serán constantes. Últimamente se ha acuñado el término «híbrido»⁽³⁾ para significar la complejidad creciente de los conflictos armados, la multiplicidad de actores involucrados y, en definitiva, el aspecto difuso que hoy existe entre las diferentes categorías e intensidades de los conflictos.

Los estados deben ser capaces de anticipar el empleo de nuevos modos y métodos de hacer por parte de sus adversarios, quienes utilizan tácticas novedosas tales como el empleo de redes criminales y de grupos terroristas, manipulación de la información de forma muy sofisticada, impedir el acceso a recursos naturales, etc., con el objeto de aumentar la incertidumbre. Hoy es muy difícil detectar tendencias y prever acontecimientos lo que exige a las fuerzas armadas un sobreesfuerzo para adaptarse. Conseguir una alta capacidad de adaptación y una alta tasa de probabilidad de éxito en operaciones, donde la incertidumbre es uno de los ingredientes predominantes, hace que tanto la innovación tecnológica en sí como la capacidad de incorporar la innovación, como parte intrínseca del sistema, sean objetivos clave a alcanzar para cualquier organización de defensa moderna.

En el futuro la transformación de las operaciones seguirá sufriendo una evolución muy importante. Se espera que los cambios continúen en el medio y largo plazo. De acuerdo con el estudio SAS 066 de la Organización de Tecnología e Investigación de la OTAN (NATO-RTO)⁽⁴⁾ sobre Operaciones Conjuntas en el año 2030, en el futuro los conflictos vendrán caracterizados por los siguientes aspectos críticos:

- Globalización de las amenazas asimétricas.
- Aumento de las operaciones expedicionarias fuera de las áreas de responsabilidad tradicionales de la Alianza.
- Mayor integración de capacidades independientes en las fuerzas de acción conjunta.
- Mayor interoperabilidad multinacional y desarrollo de fuerzas integradas.
- Aumento de los métodos y sistemas de alarma y protección contra armas de destrucción masiva.
- Mejora e implantación de redes que integren los sistemas militares de mando y control con los de otras autoridades tales como los cuerpos de seguridad del estado, protección civil etc. y otras instituciones multinacionales.
- Las diferencias entre paz y conflicto serán difusas y las fuerzas estarán presentes en misiones militares de tipo tradicional y no tradicional en áreas donde las amenazas estarán presentes de una manera continua.

⁽³⁾ *Quadrennial Defense Review Report*, Departamento de Defensa de EEUU, (2010)

⁽⁴⁾ *Joint Operations 2030*, SAS 066 NATO RTO, 2010

- Se pasará de las operaciones secuenciales tradicionales a operaciones distribuidas y simultáneas, con las fuerzas militares en contacto frecuente con civiles, ONG, etc.
- Se pasará de las actuales formas de planear basadas en procesos del tipo «*strategy as design*» a nuevos métodos del tipo «*strategy as process*» más flexibles, adaptables y robustos.
- Los futuros espacios de misión exigirán en todos los niveles de mando acciones más rápidas y decisivas.
- El acceso, desarrollo, despliegue y uso de armamento convencional y no convencional, incluyendo armas de destrucción masiva, estará extendido a pequeños países e incluso a redes de grupos terroristas, criminales etc.

Si los aspectos críticos de las futuras operaciones militares descritos por la OTAN son ciertos es evidente que los conflictos militares venideros se parecerán muy poco a los pasados y, sin duda, será necesaria una rápida y profunda adaptación de las fuerzas armadas a nuevas situaciones y formas de hacer.

Parece claro que en el futuro será muy importante tener un conocimiento pleno del crecimiento de los costes asociados al desarrollo y la operación de los sistemas de armas. Escenarios presupuestarios cada vez más reducidos e incremento en los costes de operación y mantenimiento de las unidades, de los sistemas y del personal desembocarán en estructuras de fuerza más reducidas. Los planeamientos nacionales en defensa deberán trabajar no solo en el corto plazo: será imprescindible tener una visión a medio y largo plazo teniendo en cuenta los costes crecientes de las operaciones y de las inversiones necesarias para llevarlas a cabo. En este punto serán muy importantes los estudios prospectivos que ayuden a alcanzar un equilibrio entre los efectos del progreso tecnológico, en la mejora de la calidad y las características funcionales de los sistemas de defensa, frente a aquellos relacionados con la eficiencia de los procesos de producción de los productos que a la larga se traducirán en una disminución de los costes, aspecto este último de vital importancia para cualquier nación que adquiere un número muy limitado de unidades o sistemas militares que se encuentren en el estado del arte tecnológico.

En este escenario complejo y en profunda evolución, herramientas como la innovación tecnológica se erigirán como protagonistas muy relevantes y claves a la hora de llevar a cabo las transformaciones necesarias en las fuerzas armadas. La innovación requiere un proceso sistemático de reflexión que implica diversas formas de intercambio entre los usuarios, la industria, los centros tecnológicos y la universidad; es decir el triángulo fuerzas armadas, comunidad de I+D e industria. En este proceso, el usuario juega un papel estratégico y su contribución a la innovación tecnológica resulta fundamental a la hora de la identificación de problemas en sistemas en uso, en la elaboración de requisitos

militares y técnicos, así como en la evaluación de nuevas tecnologías⁽⁵⁾. Los ministerios de defensa son usuarios activos dentro de los procesos de innovación desde el momento que genera nuevas ideas y contribuye al desarrollo y validación de soluciones tecnológicas.

El mismo estudio SAS 066 se hace eco de ello y dice que será necesario desarrollar un buen número de tecnologías capacitadoras en un nuevo marco organizativo y funcional caracterizado por nuevas arquitecturas de relación que tengan en cuenta que los papeles e interacciones humanas tradicionales estarán muy apoyadas por sistemas de información y decisión aumentados por inteligencia artificial e incluso robots (ver tabla 1). El ciclo de planeamiento operativo, desde la obtención de información hasta su explotación, es óptimo cuando se alcanza el equilibrio justo en la interacción del hombre con los sistemas de armas. Un desafío que hace unos años era ciencia ficción y que hoy se manifiesta ciertamente posible en un intervalo de tiempo relativamente corto.

Tabla 1. Los 10 campos científicos con mayor número de áreas tecnológicas de interés según el estudio de la RTO SAS 066 sobre Operaciones Conjuntas en el 2030

Campo científico	Número de Áreas Tecnológicas
Ciencias de la computación	108
Ingeniería	65
Ciencia de Sistemas	64
Gestión	49
Ciencias Puras	48
Tecnología Militar	44
Ciencias del Conocimiento	41
Antropología	36
Ciencias Sociales	29
Psicología	28

A la vista del cuadro resulta muy llamativo el peso creciente que van a ir adquiriendo, en lo que a los intereses de defensa respecta, lo que se han venido a llamar «*soft sciences*», o ciencias relacionadas con aspectos sociales y humanidades en contrapartida con las tradicionales «*hard sciences*» tales como la ingeniería, física, matemáticas, etc. Ello es una prueba del cambio y evolución en el que nos encontramos: nos dirigimos hacia escenarios en los que las soluciones a los conflictos emanarán desde una perspectiva holística donde la política, los factores humanos, la seguridad y la defensa irán fuertemente imbricadas, actuando como un todo sin solución de continuidad.

⁽⁵⁾ MERINDOL Valérie, *New approaches for military innovation in knowledge based economics: an inquiry into the new role of defence in innovation processes*, IMRI, Université Paris Dauphine, 2010

■ Desde el punto de vista tecnológico

En el pasado, el compromiso y la participación de los ministerios de defensa en la concepción de sistemas militares complejos era muy importante. A partir de los años 80 los contextos económicos y tecnológicos han cambiado de tal forma que ha hecho falta adaptarse a los nuevos escenarios. Como caso claro paradigmático cabe destacar la explosión de las Tecnologías de la Información y sus consecuencias en la aparición de nuevos mercados y sectores industriales con inmensas oportunidades en el ámbito comercial. Hoy gran parte de los avances del conocimiento tecnológico son producidos sin ninguna conexión con los proyectos de defensa.

Las previsiones dicen que esta tendencia seguirá acentuándose de una forma acelerada por presupuestos en Defensa en clara reducción y, además, con nuevas y crecientes prioridades en el gasto público. A modo de ejemplo durante las dos últimas décadas la investigación subvencionada a cargo de los presupuestos del DoD americano representaba una gran proporción de las actividades relacionadas con la innovación tecnológica total del país. Por entonces el gasto en defensa era un actor fundamental en el desarrollo tecnológico y existía una gran actividad en la transferencia de tecnología desde el ámbito de defensa hacia aplicaciones comerciales («*spin out*»). Hoy en día esta tendencia ha sufrido un vuelco total: los avances comerciales van extraordinariamente deprisa y los volúmenes de negocio son significativamente mayores en el ámbito comercial-civil que en el militar.

En la figura 1 se observa como en las décadas de los 60, 70 y 80 el gasto militar en EEUU representaba casi 1/3 del gasto total en I+D. A partir de los años 90 el gasto en I+D militar se ha estancado en términos absolutos mientras que la I+D civil ha seguido subiendo de una forma constante y sostenida hasta llegar a la situación actual, donde claramente los esfuerzos de las naciones en I+D se concentran principalmente en los ámbitos civil y de la seguridad. Hoy el ámbito militar es quien se nutre de los avances realizados en el ámbito civil («*spin in*»).

Nos encontramos ante un paradigma en el que la propia tecnología difumina sus fronteras de aplicación. En el futuro los límites se irán desdibujando aún más: no se hablará de tecnologías sectoriales y específicas del ámbito civil, de la seguridad, militar, etc.. Todo será un continuo y distintas facetas de lo mismo: la innovación tecnológica. De ella se beneficiarán todos los actores y ámbitos en distinta medida. El término «dual» empleado para describir tecnología de uso tanto militar como civil irá desapareciendo y será sustituido por términos como «convergencia» que resume perfectamente el espíritu de las nuevas tendencias.

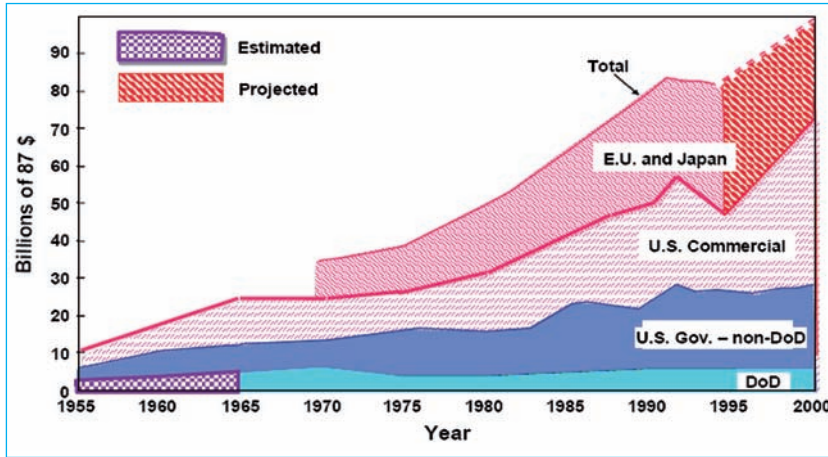


Figura 1. Gasto en innovación de diferentes actores a lo largo de los últimos 50 años. El gasto del DoD americano en innovación ha ido perdiendo peso específico hasta la situación actual en que representa un porcentaje muy reducido del gasto total⁽⁶⁾.

A la hora de hablar de convergencia tecnológica civil/militar es imprescindible mencionar dos iniciativas, una europea y otra nacional, que describen perfectamente el concepto que en la actualidad se está implantando. Nos referimos al *European Framework Cooperation for Security and Defence Research* conocida por su acrónimo EFC de la Agencia Europea de Defensa (EDA) y el programa del Ministerio de Defensa «Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas» también conocido como COINCIDENTE.

La iniciativa EFC, firmada por los ministros de Defensa de la UE en 2009, es un ejemplo de las tendencias futuras. El objetivo de este nuevo marco de colaboración es compartir esfuerzos para garantizar las inversiones aprovechando la complementariedad y las sinergias existentes en los ámbitos de la I+D en seguridad, espacio y defensa. En noviembre de 2009 la EDA junto con la Comisión Europea y la Agencia Europea del Espacio (ESA) fueron encargadas de establecer todos los detalles del esquema de coordinación y de proponer posibles temas de desarrollo dentro del EFC. A diferencia de otras iniciativas de I+T creadas para casos puntuales, donde también se coordinan los ámbitos civil y de defensa para lograr sinergias que optimicen la obtención de capacidades SDR (*Radio Software*), tecnologías críticas del espacio, etc.), el EFC pretende lograrlo mediante la sincronización sistemática de las inversiones realizadas en el marco de las tres instituciones. En lo que a los contenidos tecnológicos respecta ya se ha acordado abordar tres áreas de alto interés tecnológico común: CBRN (*Chemical, Biological, Radiological, Nuclear Defence*), UAS (*Unmanned Aerial Systems*), y SA (*Situational Awareness*). Estas áreas

⁽⁶⁾ JAMES Andrew D. *US Defence R&D Spending: An analysis of the impacts, Rapporteur's report for the EURAB Working Group ERA Scope and Vision, 2004*

son de gran amplitud y corresponde a los expertos tecnólogos y de capacidades acotar su alcance. Como en el resto de actividades tecnológicas, la industria y las instituciones de I+D tendrán mucho que decir en los foros de coordinación tecnológica, CapTechs⁽⁷⁾.

Desde el punto de vista nacional y en línea con lo anteriormente expuesto hay que señalar el programa, «Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas» (COINCIDENTE) del Ministerio de Defensa español, cuyo objetivo principal es aprovechar las tecnologías desarrolladas en el ámbito civil para aplicaciones de utilidad para la defensa, con objeto no sólo de fomentar el tejido industrial, científico y tecnológico dedicado a la defensa, sino también de incentivar a las empresas, universidades y organismos públicos y privados a que alcancen un nivel tecnológico más elevado, que permita la satisfacción de las capacidades militares que requieren las fuerzas armadas.

Para intentar encauzar los esfuerzos en direcciones predefinidas y que el beneficio sea continuado en el tiempo, la Orden Ministerial DEF/1453/2010⁽⁸⁾ regula las bases para convocar procesos de selección de proyectos de I+D susceptibles de ser incluidos en el ámbito del programa. Con objeto de dar orientaciones de las necesidades preferentes y de mayor interés para el Ministerio de Defensa en las convocatorias anuales se establece una lista de las áreas tecnológicas preferentes, lo que no impide que la base tecnológica proponga iniciativas tecnológicas que considere de igual o mayor potencialidad en lo que a aplicaciones para la defensa se refiere.

En general, los proyectos que tienen cabida son los tendentes al desarrollo de un demostrador con funcionalidad militar y que supongan una novedad tecnológica significativa, que satisfaga una necesidad real o potencial del Ministerio de Defensa. Una distinción importante respecto a otras iniciativas civiles es la de que no se trata de una subvención al sistema tecnológico, sino que el propio Ministerio se implica adquiriendo derechos (uso y propiedad) de acuerdo a su aportación siguiendo lo establecido en la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público; es decir se trata de una compra pública tecnológica.

Para el año 2011 el programa ha propuesto como áreas tecnológicas preferentes:

- Plataformas (Terrestres, Navales, Aéreas y Espaciales): Materiales de protección, Soluciones energéticas y Vehículos no tripulados.
- Protección de Personal: Lucha contra IEDs, Protección NBQ y Tecnología del combatiente.

⁽⁷⁾ MARTÍNEZ PIQUER Tomás y AGRELO LLAVEROL José, *EFC: Cooperación Europea en I+T de defensa, Boletín de Observación Tecnológica en Defensa – SDG TECIN / N° 28, 2010*

⁽⁸⁾ «Orden DEF/1453/2010, de 25 de mayo, por la que se regula el procedimiento para convocar procesos de selección de proyectos de I+D de interés para Defensa, en el ámbito del programa Coincidente.» / BOE 136, pag. 48327 / (2010)

- Protección de Plataformas e Instalaciones: Sistemas de autoprotección y de protección de instalaciones y Sistemas ESM y ECM de Guerra Electrónica.
- Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (TICS): Mando y Control (C2), Comunicaciones tácticas, NEC y Seguridad CIS.
- ISTAR (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento): Sensores.

La convergencia tecnológica abre nuevas perspectivas desde el momento en que gracias a ella en el futuro se mejorarán y actualizarán los sistemas de armas en intervalos de tiempos mucho más cortos y con costes más razonables, asumibles por países como el nuestro; además, permitirá explotar mejor y mantener los nichos de excelencia tecnológica, por razones de economía de escala.

Sin embargo dicha convergencia llevará asociados algunos inconvenientes que son descritos muy bien por el Estado Mayor de la Defensa español en su documento «La Fuerza Conjunta ante los retos del futuro»⁽⁹⁾. En él se dice que el libre acceso a la tecnología resultará en un factor de fuerza para los adversarios, bien sean estas naciones o actores no-estatales, lo que a la postre tendrá importantes consecuencias tales como:

- Posibilidad de que los países avanzados pierdan la ventaja tecnológica sobre el resto de actores.
- La capacidad militar de los actores no-estatales se verá reforzada por las tecnologías comerciales de uso dual.
- Las potencias emergentes podrán incrementar significativamente sus capacidades militares, y por lo tanto, el empleo de sus potenciadas fuerzas armadas como instrumento de política internacional.
- Las principales áreas de desarrollo serán el espacio (comunicaciones, navegación, mando y control, observación, guiado y reconocimiento), misiles hipersónicos con armamento de precisión, sistemas no-tripulados, aviación naval, capacidad anfibia o sofisticados sistemas terrestres.
- Intensificación de la proliferación de armamento de destrucción masiva y de sus medios de lanzamiento.

Quizás la aportación más significativa en la descripción del nuevo paradigma sea la conceptualización del cambio, entendido como la adaptación continuada de los modos y no de los fines; el cambio ha pasado a ser el terreno de juego y la innovación el instrumento para alcanzar el éxito. Impulsado por la innovación, el cambio se convierte en la medida del éxito o del fracaso de una organización: su mayor o menor capacidad para tomar conciencia del mismo, para dimensionarlo correctamente, para buscarlo de forma proactiva, para obtener ventaja, para identificar las oportunidades que se presentan, para modelar el

⁽⁹⁾ *La Fuerza Conjunta ante los Retos del futuro. Preparándonos para las operaciones hasta el 2030*, Estado Mayor de la Defensa, Ministerio de Defensa, 2009

entorno utilizando sus reglas, etc.; en resumen, para gestionarlo eficientemente, marcando la diferencia entre organizaciones de éxito y organizaciones en crisis.

■ LA NECESIDAD DE UN CRITERIO TECNOLÓGICO PROPIO: LA GESTIÓN DE I+D EN DEFENSA

Todas las piezas del sistema de gestión tecnológica en el ámbito de la defensa, desde la gestión de los proyectos financiados por defensa hasta la distribución de las actividades de I+D entre la Administración y la industria están sufriendo profundos cambios. La transición entre la forma de gestionar tradicional, basada en grandes proyectos de desarrollo tecnológico asociados y dirigidos a la obtención de sistemas de armas muy ambiciosos está cambiando hacia unos modos de hacer y gestionar que se adaptan mejor a una lógica mucho más difusa e incierta en la que los mercados son y serán el factor clave y determinante. En este sentido, los cambios en las organizaciones encargadas de promover y coordinar la innovación tecnológica en defensa no serán ni lineales ni progresivos y el proceso de transformación, ya comenzado en España y en otros muchos países de nuestro entorno, no están siendo ni fáciles ni, en algunos casos, exitosos.

Como ejemplo reconocido de las dificultades que supone la reorganización de la gestión de la I+D de defensa se presenta el caso británico. Su proceso de cambio en su sistema de gestión está siendo largo y sinuoso, siguiendo un proceso de prueba y error marcado por la controversia en la naturaleza de la asociación pública-privada y guiado por continuos reajustes. Así durante la primera mitad del último decenio, este proceso de prueba y error llevó a que emergiera un sistema de gobierno mixto cuyos dictados se encontraban entre las fuerzas del mercado y los requisitos de la economía del conocimiento. A pesar de que en los informes sucesivos publicados por su Ministerio de Defensa (1998, 2002, 2005) sobre política y estrategias industriales en defensa se continuaron priorizando los mecanismos de mercado, las inconsistencias en lo que a gestión del conocimiento se refiere fueron notables y pronto se vio que serían necesarias medidas correctoras que restablecieran un balance más equitativo entre las competencias del gobierno y la industria. En 2009, y fruto de un trabajo de análisis y experiencias aprendidas, el Ministerio de Defensa británico decidió optar por una solución en la que toda su gestión de I+T quedase centralizada en un solo organismo (un DSTL «transformado») lo que permitiría imbricar de una forma más eficiente la base suministradora de innovación tecnológica con las actividades del propio Ministerio⁽¹⁰⁾.

En el caso español, a día de hoy, el elemento tractor más importante de la I+D en el ámbito de defensa viene, en gran parte, de la mano de los grandes progra-

⁽¹⁰⁾ «Critical interfaces and structures for the delivery of MoD's Science and Technology» / Consultive document. UK MoD, 2009

mas de desarrollo y adquisición de sistemas de armas. De todos son conocidos los programas del avión de transporte A 400M, el avión de combate Eurofighter, las fragatas F100, el helicóptero NH90 o el carro de combate Leopard. Todos ellos son sistemas de armas complejos y caros, cuya financiación ha puesto de manifiesto dificultades y falta de medios, siendo preciso arbitrar recursos extraordinarios para poder hacerles frente. En muchos casos el sistema de financiación de estos «programas especiales» se ha instrumentado mediante la concesión de unos anticipos reintegrables, sin coste financiero por parte del Ministerio de Industria a las empresas contratistas⁽¹¹⁾.

Los retrasos en el desarrollo e incorporación de tecnologías maduras, en los ritmos de producción de la industria, etc. debido a la complejidad de estos programas, en su mayoría de carácter plurinacional e internacional, han convertido en habituales las revisiones de sus programaciones a efectos de ajustar los pagos al ritmo real de producción, que en bastantes de ellos sufren retrasos considerables con los consiguientes problemas de gestión y sobrecoste que conllevan, siendo esto un grave problema en coyunturas como la actual en las que los recortes presupuestarios son continuos y la situación no parece tener final a corto plazo.

El panorama, ya complejo de por sí, se agrava con los entornos cambiantes que se han descrito en los primeros apartados de este capítulo y, en consecuencia, cada vez se hace más evidente la necesidad de desarrollar nuevas herramientas de gestión y financiación que eviten o disminuyan, en la medida de lo posible, los retrasos y sobrecostes que a día de hoy acumulan muchos de los grandes programas de adquisición de armamento del Ministerio de Defensa.

En este sentido está ampliamente reconocido que una gestión ineficiente de la innovación tecnológica es una causa importante de esos retrasos en la adquisición de sistemas de armas. Inversiones insuficientes en estudios prospectivos, en estudios de viabilidad técnica y en demostradores tecnológicos tiene como consecuencia retrasos y sobrecostes en los programas. Recientes análisis⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾ han demostrado que cerca de la mitad de los proyectos cuyo calendario ha tenido que ser ampliado es debido a que se ha tardado más tiempo del inicialmente previsto para madurar tecnologías clave para el proyecto. En cambio, en los proyectos donde las tecnologías ya eran maduras, los retrasos y sobrecostes apenas tuvieron incidencia. Sin tecnologías maduras es difícil saber cuando un sistema en fase de diseño y producción proporcionará las capacidades deseadas. En definitiva los sistemas que entran en fase de desarrollo

⁽¹¹⁾ LUNAR BRAVO Vicente, *La Industria y Contratación con Defensa*. CESEDEN Presentación UIMP 2008

⁽¹²⁾ *Defence Acquisitions. Assessment of Selected Weapons Programs*, US Government Accountability Office GAO-07-406SP, 2007

⁽¹³⁾ JORDAN Graham y DOWDY John, *Acquisition and Technology: The problem that won't go away*, RUSI Defence Systems. Vol. 10, 2007

⁽¹⁴⁾ OWDY John, *Predicting Acquisition Performance*, RUSI Defence Systems, 2008

con tecnologías aún poco maduras, cuestan más y con mucha probabilidad acumularán retrasos, de aquí la imperiosa necesidad de formas de gestión eficientes en las primeras etapas del proceso innovador.

En el informe de la GAO[12] se muestra cómo los programas que comienzan con tecnologías en un alto grado de madurez su coste solo se desvía en un 2.6 % sobre la estimación inicial y su duración promedio está por debajo del mes de retraso. Sin embargo los programas que comenzaron con tecnologías inmaduras incrementaron su coste en un 32.3 % de media y su duración se retrasaron una media de 20 meses con los sobrecostes asociados.

A pesar de que la expresión I+D es una y la Investigación y el Desarrollo siempre aparecen unidos, la realidad es muy diferente y puede existir una gran distancia entre ambas. De hecho hace unos años se acuñó un término, muy sugerente y significativo «Valle de la Muerte»⁽¹⁵⁾, para dar nombre al espacio que separa ambas fases necesarias a la hora de obtener una capacidad militar. Ello tiene como consecuencia los problemas citados con los que nos estamos enfrentando en la actualidad. En la mayoría de los casos, la financiación en procesos de innovación tecnológica llega demasiado tarde dentro del proceso completo de adquisición de equipos y sistemas de armas lo que al final tiene un efecto muy notable en los calendarios y costes de los proyectos. Todos los actores involucrados en el proceso de definición y adquisición de capacidades militares, ministerios de defensa, industria, etc. deben ser capaces de acercar la I y la D.

La empresa no es sencilla y los esfuerzos deben ser repartidos entre todos, la Administración y la industria. Si bien es verdad que durante las primeras fases de maduración tecnológica la primera debe tomar un papel relevante en el desarrollo de nuevas ideas y en la adquisición de conocimiento, también es cierto que la industria debería tomar el relevo en el proceso de maduración en estadios anteriores a lo que se ha estado haciendo hasta ahora. Será necesario un impulso industrial y comercial muy temprano para convertir de una manera más eficiente las ideas en productos y sistemas⁽¹⁶⁾. Las consecuencias de esta nueva forma de hacer tendrán un gran impacto.

El tradicional papel integrador de la industria de base tecnológica española deberá cambiar hacia modelos donde la innovación tecnológica y la creación de valor añadido a través del conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías sean cada vez mayores. Dentro de las empresas las actividades de ingeniería, entendida en su acepción tradicional, deberán adaptarse y compartir espacios comunes con otras ramas de la innovación tecnológica que poco a poco van

⁽¹⁵⁾ AUERSWALD Philip E. y BRANSCOMB Lewis M., *Valleys of Death and Darwinian Seas: Financing the Invention to Innovation Transition in the United States*, *Journal of Technology Transfer*, Vol. 28, 227-239, 2003

⁽¹⁶⁾ JORDAN Graham, *The Defence Technology Plan: The mouse Trap and the Elephant*, *RUSI Defence Systems*, Vol. 6 (June), 2009

adquiriendo relevancia debido a su alto valor añadido. Esto supondrá para la industria de defensa española un esfuerzo adicional, no solo en lo que a recursos económicos y humanos respecta, sino también desde el punto de vista organizativo y de cultura empresarial. No hay otra forma de afrontar los problemas con los que nos encontramos hoy como consecuencia de una historia marcada por nuestro limitado espíritu emprendedor, y con una escasa atención hacia el conocimiento científico que han desembocado en la baja competitividad que caracteriza a nuestra industria en el desarrollo del estado del arte y de sistemas de defensa avanzados necesarios para satisfacer los requisitos de unas fuerzas armadas de un país como el nuestro.

No cabe la menor duda de que todos los actores deberán adaptarse rápidamente a los nuevos escenarios. Todo ello empezando desde dentro y desde el convencimiento de que la innovación tecnológica únicamente dará su fruto si los que planifican, especifican, desarrollan y suministran sistemas de armas son capaces de identificar las áreas tecnológicas donde se deben enfocar los mayores esfuerzos.

El Ministerio de Defensa tiene claro que será necesario avanzar hacia políticas proactivas consistentes en compartir los planes de capacitación tecnológica futura con el objetivo de aumentar el entendimiento en la red de proveedores de las capacidades y requisitos tecnológicos futuros y los pasos a dar para alcanzarlos en términos de funcionalidades y costes. Del mismo modo se deberá intentar focalizar a la industria de base tecnológica nacional, pymes, centros tecnológicos y universidades hacia áreas del conocimiento de interés para cubrir las necesidades tecnológicas de las Fuerzas Armadas españolas. El Ministerio de Defensa deberá proporcionar una visión conjunta de donde la innovación puede ser insertada dentro de sus sistemas y equipos.

■ **La prospectiva: El SOPT, DISCOTECH y las KETs**

- *El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT)*

En vista de lo anterior cabe destacar el papel de creciente importancia que están adquiriendo los organismos fuera y dentro de los propios ministerios de defensa dedicados a la prospectiva tecnológica y a la gestión del conocimiento. En este sentido, en el Ministerio de Defensa español, la Dirección General de Armamento y Material creó en el año 2003 un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica como instrumento de la gestión del I+D de Defensa⁽¹⁷⁾.

Este sistema, realiza una labor constante de vigilancia y análisis de las tecnologías actuales y futuras, como base para la evaluación y selección de los

⁽¹⁷⁾ RIOLA RODRIGUEZ J. Maria, *El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica SOPT, Boletín de Observación Tecnológica en Defensa – SDG TECIN / N° 25 (Especial Actividades de I+D de la DGAM), 2009*

proyectos más interesantes y prometedores y la priorización de las tecnologías de mayor interés en torno a las que centrar los esfuerzos inversores. En este sentido realiza periódicamente ejercicios de prospectiva tecnológica con la intención de analizar el empuje científico tecnológico que deriva en nuevos avances y conocimientos tecnológicos.

De manera complementaria, realiza la identificación de capacidades tecnológicas de la industria nacional, los centros de investigación y las universidades, estableciendo vías de intercambio de información con ellos, sirviendo no sólo de puerta de entrada al Ministerio a empresas con proyectos innovadores, sino también de fuente de información para conocer las capacidades tecnológicas nacionales y de manera derivada las posibilidades y riesgos tecnológicos asociados a diferentes iniciativas.

Hoy es frecuente que los países más avanzados o instituciones supranacionales de gran prestigio como la RTO de la OTAN o la EDA publiquen con cierta frecuencia estudios prospectivos sobre tecnologías capacitadoras de interés para defensa, no solo a nivel de sistema, incluso también a nivel de componentes. En este capítulo vamos a mencionar dos de ellos por su importancia e impacto en el tema que nos ocupa: el estudio DISCOTECH⁽¹⁸⁾ de la EDA y el de la UE titulado «*Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies*»⁽¹⁹⁾ que no está dedicado específicamente a tecnologías para defensa, pero que sin duda tiene importancia para la misma desde el momento en que, como se ha mencionado antes, la tendencia futura nos lleva hacia la convergencia tecnológica.

- *DISCOTECH*

DISCOTECH es el curioso acrónimo del estudio prospectivo *DISruptive COTS TECHNOLOGIES in the Information Technologies Area*, de la EDA. El proyecto analiza los posibles desarrollos de componentes COTS y trata de prever su evolución en dos horizontes temporales, 10 y 20 años. En el estudio es importante destacar el punto de vista seguido de tener en cuenta que la mayoría de los avances tecnológicos relevantes provendrán del ámbito civil y de que será necesario encontrar un equilibrio adecuado entre los componentes comerciales disponibles en el mercado y su adaptación al ámbito de los sistemas militares. La fiabilidad, la obsolescencia o la disponibilidad pasarán a ser problemas de primer orden y todos los estudios prospectivos que se realicen serán sin duda, elementos determinantes que ayuden a encontrar el mejor camino.

En DISCOTECH se dice que las nuevas capacidades y los futuros programas de defensa a llevar a cabo a nivel europeo requerirán, además del desarrollo

⁽¹⁸⁾ *Disruptive COTS Technologies in the IT Area (DISCOTECH)*, European Defence Agency Study (CAPTECH IAP 01), 2009

⁽¹⁹⁾ *Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU*, Comisión Europea, COM(2009)512, (2009)

de tecnologías y dispositivos críticos, crear, dentro de la base tecnológica industrial europea de defensa (EDTIB), cadenas de suministro soberanas tanto a nivel de sistema como a nivel de dispositivos de alto contenido tecnológico y en el estado del arte. Si la industria de defensa europea quiere ser competitiva deberá ser capaz de diseñar y fabricar no solo sistemas, si no también componentes y ello no será posible sin alcanzar alianzas supranacionales y establecer nuevas vías de financiación mixtas que corrijan los actuales desequilibrios que llenen los cada vez mayores vacíos existentes que han ido minando la competitividad de la industria de defensa europea.

En el estudio prospectivo se pone especial énfasis en la evolución del «*outsourcing*», entendiendo este factor, de creciente importancia en nuestros días, como un elemento interesante para la reducción de costes de los sistemas militares pero que a la postre, se puede convertir en un elemento de distorsión al amenazar la soberanía tecnológica de Europa, no solo desde el punto de vista del conocimiento, sino también desde el del suministro de componentes críticos y, sobre todo, también desde el punto de vista meramente comercial, debido a las cada vez más restrictivas regulaciones comerciales para componentes y sistemas de doble uso. DISCOTECH identifica como punto de especial urgencia e interés en Europa, desde el punto de vista de componentes, el establecer un balance óptimo entre «*outsourcing*» y soberanía tecnológica.

Otro punto importante de DISCOTECH es el estudio comparativo entre los desarrollos de COTS previstos para el futuro y las necesidades militares previstas en el medio y en el largo plazo. Como resultado se identifican los siguientes vacíos («*gaps*») tecnológicos a llenar en un futuro inmediato y donde los ministerios de defensa europeos pudieran contribuir a alcanzar la plena soberanía tecnológica en ámbitos clave para la defensa:

- Garantizar la competitividad de la UE en componentes clave de fotónica y electrónica para defensa.
- Mantener y promocionar una cadena europea soberana dispositivos avanzados de microelectrónica y fotónica.
- Analizar el impacto de las regulaciones en el control de exportación.
- Educar y atraer nuevos talentos que trabajen en innovación tecnológica para defensa.

Una vez identificados los vacíos tecnológicos, en DISCOTECH se proponen algunas actividades y acciones a realizar de inmediato para ir llenando las actuales carencias:

- El impacto de nuevas tecnologías es muy importante en sistemas tales como: Radar, EW (Electronic warfare), ESM (Electronic Security Measures), Mísiles, UAV (Unmanned Air Vehicle), Comunicaciones y componentes de satéli-
-

- tes Se debe avanzar en el desarrollo de tecnología críticas tales como: OPOE (Optics, Photonics and Optoelectronics), Potencia en Microondas, RF, Procesado digital, Módulos Tx/Rx integrados e inteligentes etc.
- Algunas tecnologías exigen desarrollos específicos para defensa: Detectores de imagen, láseres DFB (distributed feedback) de alta potencia, VCSEL (vertical cavity surface emitting laser), MEMs (Micro-electro-mechanical systems) y MOEMs (micro-opto-electro-mechanical systems), Tecnologías RF, GaN (nitruro de Galio), SiC (Carburo de Silicio), actuadores etc.
 - Se debe mantener el conocimiento en fiabilidad de componentes y avanzar en nuevas tecnologías que adapten los COTS a los requisitos militares.
 - Se debe mantener el acceso y soberanía europea en dispositivos en estado del arte CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor), SiGe(Silicio Germanio), BiCMOS(Bipolar CMOS).
 - El desarrollo de tecnologías consideradas críticas debería ser compartido por los países de la UE. Se debe promover la libre circulación de componentes y dispositivos tecnológicos dentro de la UE.
 - Es fundamental que en el ámbito de defensa se promuevan labores de I+D avanzadas y atraer estudiantes (tesis doctorales, etc.) y talentos hacia sus laboratorios y proyectos.
 - Desde el punto de vista administrativo se requiere más impulso por parte de las instituciones europeas para financiar programas que desarrollen tecnologías clave y componentes para los futuros sistemas de defensa.
 - Cada vez hay menos «foundries» en Europa y cada vez es más difícil acceder a ellas para mercados como el militar que requiere producciones muy bajas. Se necesitan medidas urgentes correctoras que mitiguen los efectos de esta carencia.

La lista anterior pone de manifiesto los vacíos existentes y los problemas que deben ser resueltos si, según DISCOTECH, Europa quiere alcanzar soberanía en importantes campos tecnológicos de interés crítico para las futuras actividades de defensa. Es de destacar que estos problemas no solo se mueven exclusivamente en el ámbito puramente tecnológico: la educación, o el desarrollo de nuevas legislaciones a nivel continental se muestran, también como ejes alrededor de los que deben girar iniciativas y actividades si se quieren llenar los vacíos identificados.

- *Tecnologías clave para el futuro. KETs (UE)*

En el caso del estudio de la UE sobre tecnologías capacitadoras clave (KETs) para el futuro de Europa en el ámbito puramente civil, a pesar de las diferentes fortalezas y límites en los sistemas de innovación y en las industrias nacionales respectivas, varios países miembros de la UE han identificado tecnologías que serán relevantes para la competitividad y prosperidad de Europa en los años venideros. El estudio tiene dimensión europea y ha permitido identificar las

áreas tecnológicas más destacadas a desarrollar en el futuro. A pesar de que su complejidad impidió alcanzar una conclusión definitiva sobre que KETs (Key Enabling Technologies) necesitarían de una cooperación estratégica mayor para alcanzar una competitividad industrial mejor en el continente, las conclusiones son suficientemente clarificadoras y merecen la pena ser comentadas en este capítulo.

En el estudio se pone de manifiesto que países líderes en tecnología como China, Japón, Europa y EEUU están también enfocando su atención en identificar las tecnologías capacitadoras clave cuyo desarrollo tendrá más peso e importancia en el futuro. En las listas de todas ellas se encuentran tecnologías relacionadas con la biotecnología, las TICs y la nanotecnología. En particular, dentro de las TICs campos específicos tales como micro y nanoelectrónica, y fotónica merecerían acciones políticas inmediatas dada la situación de la industria europea en clara ralentización de su marcha si se compara con la del resto de los países más desarrollados en este ámbito. Otras tecnologías, tales como las relacionadas con la captura y almacenamiento de carbón (CCS) son actividades en las que, según el informe, la UE ha ofrecido cooperación a otros socios y para las que recomienda hacer esfuerzos específicos.

Como una de las conclusiones más importantes del estudio, basándose en las tendencias del mercado y de las actividades de investigación a nivel global, se considera que las KETs más relevantes desde un punto de vista estratégico, dado su potencial económico, su contribución a resolver retos sociales acuciantes y su intensidad en el conocimiento, son las siguientes:

- Nanotecnología.- Área tecnológica de gran interés a la hora de desarrollar nano y micro dispositivos y sistemas que constituyan una disrupción tecnológica en campos de vital interés para la sociedad tales como la salud, energía, medio ambiente y fabricación.
 - Micro y Nanoelectrónica (incluyendo semiconductores).- Esenciales para todo tipo de bienes y servicios que necesiten control inteligente en sectores tan diversos e importantes como la automoción, el transporte, la aeronáutica y el espacio. Sistemas de control industrial más avanzados permitirán una gestión más eficiente de la energía, de su generación, almacenamiento y distribución.
 - Fotónica.- Es un dominio tecnológico multidisciplinar que comprende la generación, gestión y detección de luz. Entre otras cosas suministra la base tecnológica para la conversión de luz solar en electricidad y de otros muchos dispositivos de gran interés y uso extendido en nuestra sociedad tales como LEDs, láseres, cámaras, *displays*, etc.
 - Materiales avanzados.- Su desarrollo ofrece grandes ventajas en una amplia variedad de campos diferentes tales como el espacio, la aeronáutica,
-

- construcción, cuidado de la salud, etc. Se espera que los nuevos materiales ayuden a mejorar el reciclado, disminuyan la demanda de energía y las emisiones de CO₂, así como la demanda de otros materiales escasos en Europa.
- Biotecnología.- Su desarrollo conlleva la implantación de procesos industriales alternativos a los actuales, más limpios y sostenibles. Será un área clave para la mejora en la producción de nuevos fármacos y alimentos.

El estudio considera que el potencial de todas estas tecnologías es enorme y añade que se deben buscar soluciones tecnológicas que resuelvan los retos más importantes a los que se enfrentan nuestras sociedades, tales como: garantizar el acceso a las comunicaciones de banda ancha, el suministro de alimentos, el cuidado del medio ambiente, el transporte, la sanidad, el envejecimiento de la población, la seguridad y la energía. Las tecnologías respetuosas con el medio ambiente con bajas emisiones de carbón jugarán un papel primordial en la consecución de los objetivos que dictan las políticas sobre el cambio climático. Las tecnologías para el desarrollo de nuevos materiales para la producción de energía, su transporte y almacenamiento tendrán un papel muy relevante para la obtención de mayores eficiencias con su correspondiente impacto en el medio ambiente.

Por último, resalta la importancia que adquieren los KETs relacionados con los sistemas de fabricación avanzados, debido a su trascendencia a la hora de producir bienes con alto contenido tecnológico y con un gran valor añadido. A modo de ejemplo, habla del desarrollo de la robótica industrial como un área de especial interés para aquellas industrias con métodos de fabricación y ensamblado complejos como son la automoción, la aeronáutica, etc. que involucran un amplio espectro de tecnologías que van desde la simulación, la programación, el desarrollo de robots, etc., y que reducirán el consumo de energía y materiales.

Dado el rápido desarrollo de las ciencias y de la investigación el estudio concluye que las KETs descritas arriba tendrán carácter global y por tanto a pesar de que su desarrollo será realizado en gran parte desde el ámbito civil, sin duda su desarrollo y sus logros tendrán un gran impacto en todos los ámbitos de la sociedad y entre ellos los de la defensa y seguridad.

Por último, comentar por su significado y relevancia que ambos estudios prospectivos, a pesar de tener un origen muy diferente, DISCOTECH es un estudio de la EDA y por tanto proveniente del ámbito de la defensa y el estudio sobre los KETs del ámbito civil de la UE, los resultados son absolutamente compatibles e incluso coincidentes en muchos aspectos técnicos. Ello es una demostración fehaciente de que la convergencia tecnológica militar-civil es hoy una tendencia ampliamente reconocida y que sin duda jugará un papel fundamental en el desarrollo de los sistemas militares del futuro.

■ El Planeamiento de la Defensa como herramienta de cambio

El primer y más importante objetivo de un sistema de planeamiento de defensa es prever y procurar aquello que sea necesario para que las fuerzas armadas sean capaces de responder rápida y eficientemente a un amplio abanico de contingencias, muchas de las cuales requieren capacidades y métodos de operar diferentes. En la práctica llegar a un alto grado de éxito es muy difícil. No hay que olvidar que como ya se ha dejado entrever en lo que se lleva de capítulo, hoy la realidad dominante de las personas encargadas de realizar la planificación de defensa es la incertidumbre.

El nuevo Planeamiento de la Defensa regulado por la Orden Ministerial 37/2005⁽²⁰⁾ constituye la respuesta que el Ministerio de Defensa español ha ideado y desarrollado para minimizar los efectos asociados a la incertidumbre y los entornos cambiantes en los que la defensa se moverá en el futuro. Se trata de un planeamiento por capacidades que introduce una visión conjunta en la determinación, definición y armonización de las necesidades y los medios a emplear, y, además, proporciona un fundamento más racional para la decisión sobre la obtención de armamento, ofreciendo una solución integral que contempla las necesidades de una sola vez.

88

Este sistema de planeamiento no persigue únicamente determinar las capacidades o medios necesarios para un determinado tipo de conflicto o para cumplir una misión específica, sino que es mucho más general y va dirigido hacia la obtención de las capacidades que permitan abarcar un amplio espectro de riesgos. Los resultados serán mejores y más exactos en tanto se hayan podido imaginar con precisión los diferentes escenarios y, dentro de cada uno de ellos, se contemplen los ambientes operativos más exigentes.

El proceso lo inicia el Presidente del Gobierno al emitir la Directiva de Defensa Nacional (DDN) que lo desencadena y orienta, y que, además marca las líneas generales de actuación y las directrices para el Planeamiento de la Defensa. Cabe destacar, por su relevancia en el tema que nos ocupa, que en la DDN 1/2008 se marca como una de las directrices de la política de defensa *«Fomentar la investigación, desarrollo e innovación para mantener un nivel tecnológico elevado en el sector de defensa, que mejore la operatividad de las Fuerzas Armadas e impulsar el desarrollo continuado de una base industrial y tecnológica de defensa, capaz de atender las necesidades esenciales de la seguridad nacional y de ser integrada en la industria europea de defensa en condiciones de competitividad y nivel tecnológico»*. Este hecho pone de manifiesto la importancia que la innovación tecnológica adquiere en el planeamiento desde el principio.

⁽²⁰⁾ «Orden Ministerial num. 37/2005, de 30 de marzo, por la que se regula el proceso de Planeamiento de la Defensa», BOD num. 68, pag. 3579, 2005

Es evidente que el nuevo sistema de planeamiento es en sí mismo una innovación, en este caso del tipo de organización y procesos. Pero, ¿cómo incorpora la innovación tecnológica? y por lo tanto ¿cómo plantea el Ministerio de Defensa la contribución del I+D a las capacidades de las FAS?

El Planeamiento de la Defensa permite establecer las pautas de evolución en el medio y largo plazo en el planeamiento militar y de manera derivada en el planeamiento de recursos. El planeamiento de los recursos responde a la obtención y sostenimiento, con el presupuesto previsto, de los recursos que apoyen a las capacidades militares identificadas. Este planeamiento incluye los aspectos de I+D, adquisición, sostenimiento e infraestructuras.

Así, el Ministerio de Defensa incorpora la innovación tecnológica en dos planos interrelacionados, el primero, el de los aspectos de I+D en los planes asociados al Planeamiento de Recursos y el segundo, el de la implantación de estos planes con su correspondiente gestión y ejecución de las actividades de I+D, para lo que dispone de varios instrumentos.

En lo que respecta a los planes, el Planeamiento de recursos materiales se apoya principalmente, en lo que a armamento y material se refiere, en el Plan Director de Armamento y Material (PDAM)⁽²¹⁾ que define la Política de I+D del Ministerio de Defensa, es decir los objetivos y directrices que deben guiar sus actuaciones en materia de I+D. Además, identifica los instrumentos y mecanismos principales para su gestión, que más adelante se describirán. El PDAM tiene una versión pública, fácilmente accesible por medio de la *web* del Ministerio de Defensa⁽²²⁾.

En él se establece que el objetivo de la política de I+D es contribuir a satisfacer las capacidades militares dotando a las Fuerzas Armadas de sistemas adecuados mediante el desarrollo de tecnologías, demostradores y prototipos y el fomento de la competitividad de la Base Tecnológica Industrial Nacional de Defensa (DTIB).

Este objetivo se articula mediante cinco líneas de actuación, la primera orientada a centralizar la dirección de las actividades de I+D en la Subdirección General de Tecnología e Innovación. Las dos siguientes están orientadas a los centros tecnológicos y su papel dentro del I+D de Defensa, esto es, fomentar la experimentación y la innovación como apoyo a la transformación de las FAS. Las dos últimas apuntan a la interacción y trabajo conjunto con el tejido tecnológico industrial nacional. Así, de manera específica establecen:

- Fortalecer los mecanismos de vigilancia y priorización tecnológica.
- Mejorar la integración de la Base Tecnológica Industrial Nacional de Defensa con la base de I+D nacional y europea.

⁽²¹⁾ Plan Director de Armamento y Material 2008, DGAM-Ministerio de Defensa, 2008

⁽²²⁾ http://www.mde.es/Galerias/politica/armamento-material/ficheros/DGM_Plan_director_PDAM_2008.pdf

A su vez, estas cinco líneas de actuación se desglosan en veinte directrices que concretan más las acciones para la implantación de la Política de I+D de Defensa. Entre estas directrices, y a modo de ejemplo, destacan:

- Promover y facilitar la participación de la DTIB nacional en programas de cooperación y en redes de expertos.
- Integrar a la Universidad, Centros de Investigación y PYMES en la DTIB nacional.
- Aprovechar y aplicar I+D civil a Defensa.
- Promover la innovación tecnológica como medio para obtener desarrollos rápidos y flexibles.

Asociado al PDAM, se encuentra el Plan a Largo Plazo de Armamento y Material (PLP-AM)⁽²³⁾ que en lo relativo a la tecnología, identifica las potenciales tecnologías de interés a largo plazo para el Ministerio de Defensa.

Esta identificación de potenciales tecnologías de interés a largo plazo se complementa con la Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa (ETID)⁽²⁴⁾, en la que se definen las metas tecnológicas concretas ligadas a las funcionalidades demandadas por las capacidades militares. A pesar de presentar este fuerte ligazón a las capacidades militares, y por lo tanto al planeamiento militar, la ETID no forma parte de manera oficial del Planeamiento de la Defensa, aunque debido a su relevancia fue promulgada por el Secretario de Estado de Defensa en julio de 2010 como el marco tecnológico general en el cual se deberán mover los distintos planes y actividades para defensa de los agentes dedicados a la I+D dentro del Ministerio. Por la importancia que presenta el documento en el planeamiento tecnológico de la Defensa, en este capítulo se le dedica un apartado específico.

Asociado al Planeamiento de la Defensa, y relacionado con la gestión de la innovación tecnológica en defensa destaca la nueva instrucción⁽²⁵⁾ que va a regular los procesos de planificación a largo plazo y de programación a corto y medio plazo de todos los recursos financieros y también de los recursos materiales. En esta instrucción, se establece un enfoque unificado e integrador que dará lugar a procesos de asignación de recursos y de obtención más eficientes. Para ello se define el concepto de Objetivo de Recurso Material (ORM) como un conjunto ordenado de componentes vinculados entre sí que contribuyen entre todos ellos a proporcionar una solución integral en alcance y plazo para obtener, total o parcialmente, una determinada capacidad militar u objetivo del Departamento. Una vez programados los componentes que forman un ORM se asignan a programas

⁽²³⁾ Plan a Largo Plazo de Armamento y Material 2008, DGAM-Ministerio de Defensa, 2008

⁽²⁴⁾ Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa – 2010, DGAM-Ministerio de Defensa, 2010.

⁽²⁵⁾ Instrucción 2/2011, de 27 de enero, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el proceso de Planeamiento de los Recursos Financieros y Materiales, BOE de 8 de febrero de 2011.

para proceder a su obtención; aunque un programa puede servir para obtener uno o varios componentes, pertenecientes a uno o varios ORMs.

Desde el punto de vista tecnológico, los ORMs deberán contemplar tecnologías con el suficiente nivel de madurez para asegurar que el proceso de obtención se ejecuta de acuerdo a lo programado (en tiempo y coste) y de acuerdo a lo esperado en términos de funcionalidad y prestaciones (sistemas militares contribuyendo a las capacidades militares). En el cuadro que sigue es posible ver más fácilmente el proceso de la incorporación de la innovación tecnológica al planeamiento de la defensa.

Ámbito	Visión integrada			Aspecto Tecnológico
Planeamiento Militar	OCMs Objetivos de Capacidad Militar	Capacidades Militares	Mirado*	Funcionalidades Prestaciones
Planeamiento de Recursos Materiales	ORMs Objetivos de Recurso Material	Sistemas de defensa, armamento y material	Sistemas en producción Prototipos finales	Tecnologías maduras y con aplicación militar contrastada
ETID Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa	Metas Tecnológicas	Objetivos tecnológicos que guían las actividades de I+D para que contribuyan al desarrollo de sistemas	Prototipos Demostradores	Tecnologías a demostrar su madurez y funcionalidad en el ámbito militar
Prospectiva	Tecnologías de potencial interés	Empuje científico y tecnológico	Principios básicos y formulación de potenciales aplicaciones	Conocimientos de potencial aplicación futura

*Mirado=Material, Infraestructura, Recursos humanos, Adiestramiento, Doctrina, Orgánica

Por esta razón resulta tan importante, tal y como se describía al comienzo de este bloque, disponer de instrumentos que permitan identificar la disponibilidad y riesgos asociados a las diferentes tecnologías (como el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica), ya sean desarrolladas por el Ministerio con programas propios o incorporando los desarrollos de terceros (como el Programa Coincidente).

- *Instrumentos*

Para la incorporación de la innovación tecnológica al planeamiento en Defensa son imprescindibles un conjunto de instrumentos que permitan la implantación

de los objetivos y directrices definidos en Planeamiento de la Defensa, y además la gestión y ejecución de las actividades de I+D orientadas por las prioridades y metas tecnológicas definidas en el Planeamiento propiamente dicho y en la ETID. Los principales instrumentos son:

- Una gestión integral de la cadena de valor del I+D. El I+D es la síntesis de un proceso de creación de valor que empieza con la identificación de nichos de oportunidad tecnológico, sigue con la concepción de objetivos tecnológicos ligados a unas capacidades deseadas, sobre los que se evalúan las posibilidades de puesta en marcha (acometerlos independientemente, incorporando propuestas de los agentes proveedores y/o conjuntamente con otras organizaciones y/o países), y en caso de una evaluación positiva se ejecuta el programa correspondiente que deriva en un demostrador o prototipo que finalmente debe ser experimentado y validado. Lógicamente esta cadena de acciones, engloba infinidad de variables y pormenores, y demanda una visión integral, gestora y supervisora de los resultados por parte de cada agente involucrado (centros tecnológicos, empresas, grupos de investigación, comités de gestión internacional, etc..).
- Los acuerdos, convenios y relaciones institucionales que permitan incardinar el Planeamiento del I+D de Defensa con el Planeamiento tecnológico nacional. El I+D de defensa no puede ignorar el I+D general, y de la misma manera, el planeamiento de Defensa no puede ignorar el planeamiento tecnológico nacional (Estrategia Estatal de Innovación, Plan Nacional de I+D+i, planes tecnológicos de organismos y comunidades tecnológicas, etc.).
- Los Centros Tecnológicos de Defensa, CEHIPAR, ITM, INTA, como ejecutores de actividades de I+D, incluyendo de manera esencial la experimentación y la validación de resultados tecnológicos. Este aspecto de la validación y experimentación funcional de demostradores y prototipos va más allá de la certificación de conformidad con normas y estándares, y se adentra en el campo de actividad del usuario final de los sistemas para el aseguramiento de que los desarrollos tecnológicos cumplen las expectativas funcionales implicadas por las Capacidades Militares que, en algunos casos puede extenderse más allá de la mera validación y convertirse en una participación activa en el diseño y concepción de avances y sistemas tecnológicos. Esta actividad, denominada en terminología inglesa CD&E (*Concept Development and Experimentation*) permite afinar el diseño y las prestaciones de los sistemas casi desde el principio de la cadena de valor del I+D.
- El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), es uno de los instrumentos principales ya que actúa como vertebrador de las prioridades tecnológicas y aspectos tecnológicos del planeamiento del I+D. El SOPT tiene como objeto aportar el criterio técnico en cada una de las áreas tecnológicas de interés para el Ministerio de Defensa y, asimismo, llevar a cabo actividades de vigilancia y priorización tecnológica. Para ello realiza las siguientes misiones:

- Asesorar en la planificación estratégica de las actividades de I+D a corto, medio y largo plazo; realizando la búsqueda, adquisición y procesamiento de la información sobre tecnologías de interés para el Ministerio de Defensa, así como de las actividades de I+D en marcha o previstas, tanto nacionales como internacionales, y de las capacidades tecnológicas de la base tecnológica e industrial nacional; e identificando las tendencias, avances y retos tecnológicos futuros para ayudar a orientar, junto a las necesidades y objetivos específicamente militares, los esfuerzos futuros de I+D en Defensa. Toda esta información sirve de base para apoyar el Planeamiento de Recursos Materiales a través de la realización de actividades de priorización de tecnologías y la identificación de capacidades tecnológicas estratégicas de la base tecnológica e industrial nacional para su inclusión en planes y estrategias.
- Asesorar en el proceso de obtención de sistemas con alto contenido tecnológico, evaluando los aspectos tecnológicos de las propuestas de proyectos, programas y actividades de I+D y de las diferentes fases del proceso de obtención de sistemas con alto contenido tecnológico del Ministerio
- Actuar como depositario del conocimiento tecnológico corporativo, gestionando la información tecnológica disponible e identificando el conocimiento disponible en la organización en las áreas tecnológicas de interés, de modo que este conocimiento pueda ser utilizado como un recurso corporativo en el ámbito de armamento y material. Por otro lado, el SOPT divulga el conocimiento sobre las tecnologías de interés para el Ministerio de Defensa en la organización y en la base tecnológica e industrial nacional, como orientación sobre los intereses y necesidades tecnológicas del Ministerio.
- Adicionalmente, realizar una evaluación periódica del esfuerzo de I+D y de sus resultados.

De manera análoga a una orquesta, este conjunto de instrumentos, requiere de un organismo que actúe de director para asegurar la sincronía y afinidad con la partitura, que en nuestro caso representa al Planeamiento de la Defensa, (incluyendo el Planeamiento de Recursos Materiales y la ETID). Este organismo es la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), que da coherencia a la I+D de Defensa, en lo que a armamento y material se refiere, apoyándose de manera fundamental en los Centros Tecnológicos de Defensa.

Así, el Libro de Organización de la DGAM, en su última versión de enero de 2011, identifica a la SDG TECIN como «*el órgano directivo encargado de coordinar y seguir las actividades de I+D de Defensa realizadas por los diferentes Centros de I+D de este Ministerio, estableciendo, coordinando y evaluando los resultados logrados por los organismos del Departamento ejecutores de la política de I+D establecida*».

■ LA ESTRATEGIA DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA DEFENSA. SU IMPORTANCIA

En los dos primeros bloques de este trabajo se ha puesto de manifiesto que hoy la incertidumbre es un elemento omnipresente en el planeamiento de defensa y que el acelerado ritmo de avance científico y tecnológico supone una gran oportunidad y a la vez un importante desafío para las Fuerzas Armadas españolas. También se han descrito las principales actuaciones organizativas y estructurales que el Ministerio de Defensa ha puesto en marcha con el objeto de adquirir adaptabilidad y rapidez de respuesta hacia los escenarios inciertos y muy dinámicos en los que se mueven hoy las Fuerzas Armadas españolas y se ha puesto en evidencia la necesidad de crear y desarrollar mecanismos de planificación adecuados que ayuden a minimizar y mitigar en lo posible los riesgos asociados a la resolución de conflictos dependientes de un gran número de variables que a la postre impiden predecir con razonables cotas de certidumbre la evolución de los acontecimientos. De esta forma se reducen los riesgos asociados a la incertidumbre, agilizando la incorporación de soluciones tecnológicas maduras en tiempo y costes razonables y así afrontar con las mayores garantías de éxito las misiones que se encomiendan a las Fuerzas Armadas españolas.

94

El Ministerio de Defensa es un gran consumidor de tecnología pero también es un gran generador de la misma. Como tal tiene una organización dedicada a generar y gestionar la innovación tecnológica. La DGAM y sus Institutos, ITM y CEHIPAR, y el INTA son sus cabezas visibles y su creciente actividad y dinamismo es la constatación del hecho de que hoy tiene una organización madura, capaz de promover y coordinar todas sus actividades de I+D de una forma eficiente, lo que lo sitúa a la altura de los países más avanzados de nuestro entorno. Sin duda, el sistema de gestión de I+D del Ministerio de Defensa es pionero a nivel nacional en la implantación de nuevas metodologías y formas de hacer. Los Planes de Mejora de la Secretaria de Estado, el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa o los Planes Directores enmarcados dentro del Planeamiento de Defensa son iniciativas muy interesantes y absolutamente exportables a otros ámbitos y departamentos de la Administración. Es difícil encontrar a nivel nacional un sistema de gestión de la I+D tan maduro y con tanto potencial de desarrollo como el que actualmente tiene Defensa. La necesidad obliga.

Por su relevancia e impacto en el devenir futuro de la organización y gestión de la I+D de defensa, la última parte de este capítulo se va a dedicar a explicar el contenido, el espíritu y la filosofía que yace tras una de las iniciativas más importantes que últimamente ha puesto en marcha el Ministerio de Defensa con el objeto de mejorar la coordinación y gestión de la innovación tecnológica

en el ámbito de la defensa: la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID).

La ETID es importante no solo por el propio contenido de la misma, es también importante por lo que significa. Con su promulgación el Ministerio de Defensa manifiesta una actitud proactiva hacia todo aquello relacionado con la innovación tecnológica en el ámbito de la defensa. Es un paso cualitativo muy importante en las maneras de ver y hacer las cosas y supone tomar la iniciativa en algunos aspectos de vital importancia no solo para las fuerzas armadas, sino también para avanzar hacia un modelo productivo nacional mejor y más acorde con los tiempos actuales.

■ La Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa

La ETID es un complemento al Planeamiento de la Defensa que pretende ayudar a transitar el espacio existente entre los requisitos operativos establecidos por las Fuerzas Armadas españolas a través de los Objetivos de Capacidad Militar (OCM) y las soluciones tecnológicas futuras asociadas a los mismos. El ámbito de actuación son las actividades de I+T y de innovación tecnológica de Defensa, cubriendo tecnologías con niveles bajos de madurez tecnológica (Technology Readiness Level (TRL) (no superior a 5 ó 6). No abarca las actividades incluidas dentro de la categoría de desarrollo (D) ni las adquisiciones por estar ya consideradas en los diferentes apartados del Plan Director de Armamento y Material.



La ETID no pertenece formalmente del Planeamiento de la Defensa pero deriva directamente del mismo, desarrollando las líneas tecnológicas y las directrices de política de I+D declaradas de interés en sus documentos. Responde al principio básico de definir, desde el ámbito tecnológico, el camino a seguir para que en un futuro se encuentren disponibles (maduras) las tecnologías

necesarias para desarrollar los sistemas que en ese momento requerirán las fuerzas armadas. Como parte del análisis previo en la Estrategia se identifican los retos y desafíos a los que la I+T de Defensa se enfrenta en la actualidad relacionados tanto con aspectos puramente tecnológicos como con aspectos organizativos y financieros.

España comparte con el resto de las naciones de su entorno una serie de desafíos comunes cuya identificación y análisis son motivo de estudios conjuntos realizados en foros de carácter internacional. Dichos estudios fueron utilizados como datos de entrada para confeccionar la Estrategia y se han integrado como parte de los desafíos nacionales de la I+T de defensa. Entre otros cabe destacar los siguientes:

- Fomentar la participación de pymes, universidades y centros de investigación en la I+T de defensa.
- Avanzar en la coordinación de todas las actividades de I+T de Defensa.
- Avanzar en la coordinación y aprovechar las sinergias con la I+T civil.
- Fomentar la innovación abierta.
- Fomentar la cooperación internacional.
- Fomentar inversiones propias de la industria en I+T.
- Acelerar la incorporación de los resultados obtenidos en la I+T a los sistemas y equipos de Defensa.
- Mantener la capacidad de I+T e innovación en escenarios presupuestarios adversos.

Una vez identificados los desafíos la Estrategia fija sus objetivos, los cuales se encuentran totalmente alineados con los tiempos que nos toca vivir, donde conceptos como la innovación y el desarrollo tecnológico representan un papel principal como creadores de riqueza y motores del avance de las sociedades modernas. Así apunta hacia los objetivos siguientes:

- Orientar a los agentes proveedores de tecnología (industria, centros tecnológicos, academia) sobre las necesidades tecnológicas de las Fuerzas Armadas españolas, estableciendo una referencia pública sobre las actividades de I+T e innovación que considera prioritarias.
 - Fomentar la cooperación entre todos los agentes que participan en la I+T, (tanto del sector de defensa como del sector civil) promoviendo el acercamiento entre proveedores y usuarios de tecnología.
 - Coordinar a todos los agentes que participan en la I+T de defensa, aprovechando al máximo las sinergias entre la I+T realizada en los ámbitos civil y militar y aunando esfuerzos en la consecución de objetivos comunes.
 - Apoyar una gestión eficiente de los recursos y medios dedicados a las actividades de I+T e innovación, maximizando el retorno de la inversión desde los puntos de vista tecnológico, industrial, económico y social.
-

Subyace bajo estos objetivos un afán de mejora que persigue la economía de medios y la eficiencia en la gestión. Con la Estrategia se trata no sólo de alcanzar un nivel tecnológico determinado, sino también de maximizar el retorno sobre la inversión, desde distintos puntos de vista: progreso tecnológico, industrial, económico y social.

Los desafíos son importantes y los objetivos perseguidos no pueden alcanzarse de cualquier forma. Desde que se concibió se tuvo muy claro que la ETID debía contar con la participación y el acuerdo de todos aquellos que de una u otra forma tienen un contacto directo con la innovación tecnológica de defensa; en consecuencia, tiene la virtud de ser el resultado de un proceso absolutamente abierto e integrador donde todos los agentes involucrados, desde el usuario hasta el proveedor, participaron en su elaboración y lo continuarán haciendo durante el periodo que dure su implantación. Representa la apuesta del Ministerio de Defensa por la innovación no solo como un elemento de mejora de las capacidades de sus Fuerzas Armadas, sino también como elemento de mejora de la productividad y competitividad de la economía española. Con ella el Ministerio de Defensa reivindica un papel protagonista como impulsor del avance científico y tecnológico de nuestra sociedad, alineándose con los objetivos nacionales en ciencia y tecnología expresados en la Estrategia Estatal de Innovación (E2I)⁽²⁶⁾ y promoviendo así el aprovechamiento de las sinergias y convergencias existentes entre los ámbitos civil y militar.

■ Contenido de la Estrategia

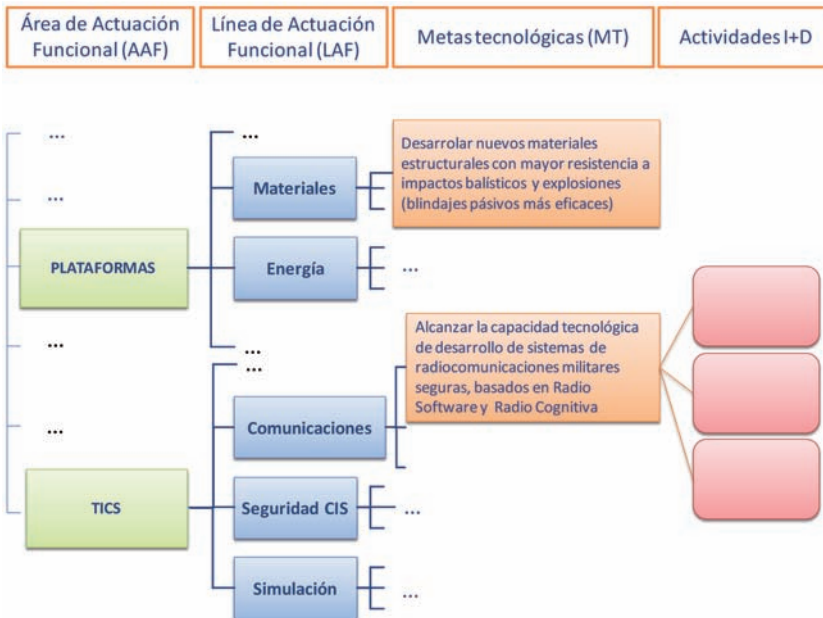
La Estrategia será un instrumento de gran valor para el Ministerio de Defensa español, ya que le proporciona herramientas especialmente diseñadas para posibilitar que sus Fuerzas Armadas puedan disponer a tiempo de las tecnologías más avanzadas y las soluciones más innovadoras para el desarrollo de sus futuros sistemas de armas. Para dar respuesta a los desafíos manifestados en el apartado anterior, se articula en torno a una serie de acciones, que se pueden agrupar en cuatro ejes enfocados a diferentes ámbitos de actuación:



⁽²⁶⁾ Estrategia Estatal de Innovación (E2I), Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010

- **Eje tecnológico:** Define áreas y líneas de trabajo de interés para defensa en el ámbito de la innovación tecnológica, resultado de un análisis tecnológico detallado que culminan en una lista de Metas Tecnológicas agrupadas de acuerdo a Líneas de Actuación Funcional, acompañadas de sus respectivas hojas de ruta.

Uno de los aspectos más característicos es su alto contenido tecnológico, lo que la diferencia de otras estrategias e iniciativas afines en otras administraciones. El análisis tecnológico realizado no es más, pero tampoco menos, que el resultado de traducir las necesidades operativas de nuestras FAS al ámbito de la tecnología. Es, en definitiva, el resultado de transponer los Objetivos de Capacidad Militar (OCM) establecidos en el Planeamiento de la Defensa a Metas Tecnológicas a alcanzar en los próximos años. Este proceso de transposición no ha sido en absoluto trivial. Ha presentado una gran complejidad y para acometer esta difícil tarea se diseñó una metodología consistente en dividir el ámbito tecnológico de interés para defensa en seis Áreas Funcionales: Armamento, ISTAR, Plataformas, Protección Personal, Protección de Plataformas e Instalaciones y TICS. A continuación, se constituyeron seis grupos de expertos (uno por cada Área) formados por técnicos del Ministerio de Defensa y de la Base Tecnológica e Industrial de Defensa. Cada uno de estos grupos realizó un exhaustivo análisis tecnológico que culminó con el establecimiento de las 33 Líneas de Actuación Funcional (LAF) y las 111 Metas Tecnológicas que aparecen en el documento.



Las Metas orientan sobre la necesidad operativa a la vez que definen una vía abierta para dar cabida a múltiples soluciones tecnológicas. Constituyen los elementos básicos sobre los que se establecerán y planificarán las actividades de I+T futuras de defensa. En definitiva, y en lo que al contenido tecnológico respecta, la ETID refleja la visión del Ministerio de Defensa sobre el horizonte tecnológico para los próximos años. Dicho horizonte no es otra cosa que la línea de intersección entre dos planos: aquel donde reside la innovación tecnológica y aquel en el que reside el Planeamiento de la Defensa.

- **Eje de cooperación:** Orientado a establecer acuerdos de cooperación y mecanismos de coordinación que faciliten que las iniciativas de I+T para defensa cuenten con el apoyo necesario. Contiene medidas destinadas a avanzar hacia una gestión centralizada y coordinada de la I+D del Ministerio de Defensa, así como al fomento de la cooperación con otros organismos e instituciones nacionales e internacionales relacionados con la innovación tecnológica. Cabe decir que una buena parte del trabajo de los gestores de la I+D de Defensa será aportar los instrumentos de coordinación y cooperación que permitan gestionar de la manera más eficiente posible los recursos dedicados a la I+D. Dichos instrumentos deberán canalizar las capacidades y actividades propias del Ministerio y fomentar la creación de nuevos cauces de colaboración, con el fin de aprovechar las sinergias existentes con otras actividades de innovación tecnológica realizadas en otros ámbitos. En la ETID las empresas y centros tecnológicos encuentran elementos de referencia a partir de los cuales poder orientar sus capacidades tecnológicas hacia objetivos de interés para defensa.
- **Eje de información:** Iniciativas conducentes a la difusión de la información y al fomento del conocimiento mutuo y cooperación de los distintos agentes. Una de ellas y posiblemente la más importante que se plantea llevar a cabo para fomentar la participación y el conocimiento mutuo entre los agentes de la DTIB es la creación de un portal web en internet que sirva de foro de comunicación y conocimiento entre todos los agentes involucrados en la I+T de Defensa (universidades, centros tecnológicos, pymes y grandes empresas). El principal objetivo es facilitar y acelerar el lanzamiento de iniciativas, así como fomentar la generación de nuevas ideas y ser un elemento que repercuta de manera directa en la mejora de la competitividad del tejido industrial nacional de Defensa.

Gracias al portal, el Ministerio de Defensa podrá dar a conocer al resto de agentes nacionales e internacionales sus intereses, capacidades y áreas de conocimiento tecnológico, lo que facilitará la formación de consorcios para llevar a cabo actividades de interés común. Las pymes podrán asimismo utilizar dicho portal para dar a conocer sus capacidades innovadoras a las grandes empresas integradoras de Defensa. La mejora del conocimiento mutuo

entre los distintos agentes de la DTIB facilitará la cooperación fomentando su participación en programas nacionales o internacionales de I+T de Defensa. A través de este portal web se transmitirá información sobre las distintas iniciativas y programas de Defensa para la realización de actividades de I+T, así como las condiciones necesarias para participar en los mismos (convocatorias, plazos, documentación a presentar, etc.). El portal servirá de escaparate de las iniciativas tanto nacionales como internacionales, de interés para el Ministerio de Defensa, así como de noticias o eventos relevantes para el sector, entre los que figurarán los encuentros sectoriales, apoyo y ayuda en la formación de consorcios y en la elaboración de propuestas sobre temas tecnológicos de interés para Defensa etc.

- **Eje de mejora continua:** Se orienta a la evaluación y seguimiento del retorno de las actividades de I+T y del cumplimiento de los objetivos que marca. Por ello, desde el punto de vista de la gestión de la explotación de los resultados de una I+T finalista como lo es la de Defensa, es muy necesario vislumbrar, desde estadios muy tempranos, el ciclo de desarrollo completo de las capacidades a adquirir. La identificación preliminar de los actores principales que pueden intervenir a lo largo del ciclo de vida de la capacidad tales como los usuarios, científicos, tecnólogos, industria, etc. así como las tecnologías asociadas a las mismas es vital para optimizar el retorno de las inversiones realizadas.

Parte de la implantación de la ETID se apoya en hojas de ruta tecnológicas detalladas que ayudan a obtener aquellas capacidades que han sido consideradas de mayor prioridad en el planeamiento militar. En dichas hojas de ruta se incluye una descripción de los pasos a seguir desde el punto de vista puramente técnico, y también se proponen calendarios y posibles actores.

Aunque las métricas sean herramientas cuya fiabilidad y utilidad dependa en gran medida de la forma de definir los criterios a evaluar y de la propia evaluación y/o puntuación asignada a los mismos, a lo largo del periodo de implantación se prevé definir métricas que permitan cuantificar el retorno que obtiene el Ministerio de Defensa de sus inversiones en función de varios indicadores.

Los indicadores reflejarán la contribución de la I+T en diferentes ámbitos relacionados con el progreso tecnológico y social, entre los que se destacan los siguientes:

- **Mejora tecnológica:** Trata de reflejar la manera en que ha contribuido a mejorar las características técnicas o funcionales de una determinada capacidad militar.
 - **Eficiencia económica:** Se refiere a la contribución a la reducción de los costes de fabricación o de implementación de los productos en los sistemas.
 - **Mejora de la competitividad:** Trata de reflejar en el aumento de las exportaciones de productos de alta tecnología de defensa.
-

- **Desarrollo económico del tejido industrial asociado:** Trata de la forma en que las actividades han generado externalidades que han servido para promover el desarrollo de otros sectores industriales y comerciales asociados.
- **Medioambiente:** Recoge la contribución de las actividades a la reducción del impacto medioambiental derivada de la fabricación y utilización de los sistemas de Defensa, apoyando a la consecución de un desarrollo sostenible.
- **Recursos humanos:** Referida al impacto de las actividades en la mejora de la cualificación de los recursos humanos y en el aumento del número de investigadores en el tejido industrial.

La Estrategia de Tecnología e Innovación proporcionará un gran número de beneficios a los distintos agentes relacionados con la I+T en general y con aquella que es específica de defensa en particular. Entre los que se pueden destacar:

- Orienta la I+T a necesidades militares: La metodología seguida en su elaboración asegura que las actividades y las hojas de ruta que se deriven de las metas estén perfectamente orientadas a la satisfacción de las necesidades tecnológicas de las Fuerzas Armadas españolas, lo que permite optimizar los recursos y obtener el máximo beneficio del esfuerzo inversor realizado.
- Permite transmitir a todos los agentes las necesidades de I+T de Defensa: Elimina así una barrera para la participación en estas actividades de defensa, permitiendo la contribución de una base de conocimiento mayor a la obtención de las capacidades militares.
- Fomenta la competitividad industrial: La información que facilita, así como las iniciativas contempladas en su implementación favorecen y promueven la racionalización en la inversión, la eficiencia en el empleo de los recursos, y la cooperación, que facilitan el desarrollo y la innovación tecnológicos, todos ellos factores coadyuvantes para la mejora de la competitividad industrial nacional.
- Apoya las actividades de CD&E del Ministerio de Defensa: Será una herramienta de gran utilidad para orientar a sus institutos y centros en las áreas tecnológicas que serán objeto de las futuras actividades de CD&E.
- Permite trasladar al conjunto de la sociedad los beneficios de la I+T de Defensa: Conecta de forma clara el universo de lo que es considerado puramente militar (capacidades), con el universo de la innovación tecnológica (metas), lo que permite identificar áreas de conocimiento de interés común (civil-militar). Así, se podrá percibir cómo la I+D de Defensa puede contribuir a crear un modelo de crecimiento sostenible basado en el conocimiento y la innovación, generando profesionales cualificados y competentes y proporcionando mejor calidad de vida y bienestar al conjunto de la sociedad.

Más allá de los beneficios específicos aquí expresados, y de acuerdo a los principios y objetivos expresados en la Estrategia Nacional en Ciencia y Tecno-

logía (ENCYT)⁽²⁷⁾, la ETID supone una clara contribución a los objetivos del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011⁽²⁸⁾ y se encuentra en línea con la Estrategia Estatal de Innovación, potenciando la investigación e innovación como fuente atractiva para el inversor, dinamizando así los factores económicos hacia una sociedad del conocimiento, generando un tejido industrial y tecnológico nacional competitivo y facilitando su internacionalización. Cabe también decir que los avances hacia una sociedad del conocimiento son, sin duda, avances hacia una sociedad más moderna y justa. Desde ese punto de vista, la innovación tecnológica en defensa, como elemento impulsor de una cultura organizativa orientada hacia la generación de conocimiento, contribuye a conseguir una sociedad más avanzada y sostenible.

■ CONCLUSIONES

En todos los trabajos y estudios realizados recientemente sobre los conflictos armados del futuro, en todos, aparece inexorablemente la palabra incertidumbre. Parte de la incertidumbre deriva del hecho de que las fuerzas armadas tendrán que diseñar operaciones dependientes de multitud de variables en entornos muy cambiantes y en el peor de los escenarios posibles, con adversarios difuminados o escondidos entre complejas redes de intereses y conflictos de intensidad variable retransmitidos en tiempo real por los medios.

Los Estados deberán ser capaces de anticipar el empleo de nuevos modos y métodos de hacer por parte de sus adversarios quienes, cada vez más, utilizan tácticas novedosas y sofisticadas. Hoy es muy difícil detectar tendencias y prever acontecimientos y ello exige a las fuerzas armadas un sobreesfuerzo para adaptarse. En un escenario, donde conseguir altas tasas de probabilidad de éxito pasa por adquirir una alta capacidad de adaptación en operaciones donde la incertidumbre es uno de los ingredientes predominantes, el desarrollo tecnológico y la innovación se erigen, más que nunca, como elementos diferenciadores clave para combatir y minimizar los efectos derivados de la incertidumbre, constituyéndose en elementos esenciales en la adquisición de información, la toma de decisiones o la propia ejecución de las operaciones.

Pese a la creciente relevancia que va adquiriendo la tecnología y la innovación para las fuerzas armadas, paradójicamente la I+D de defensa ha dejado de ser el motor de la innovación tecnológica que antaño fue, hasta hace apenas un par de décadas. Los presupuestos cada vez más reducidos, el empuje adquirido por la tecnología en el ámbito comercial/civil, y los cambios geopolíticos sufridos son algunas de las razones que nos han llevado a esta situación. Todas las or-

⁽²⁷⁾ Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT), Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Ciencia e Innovación, 2007

⁽²⁸⁾ Plan Nacional de Investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, FECYT, Dic. 2007

ganizaciones de defensa de Occidente han tenido que adaptarse hacia modelos de la gestión de su I+D más centralizados y proactivos.

Los grandes programas de desarrollo de sistemas de defensa han demostrado ser herramientas útiles pero en algunas ocasiones con una eficacia limitada. La falta de madurez tecnológica de algunos componentes claves han resultado a la postre en grandes lastres para el desarrollo del sistema completo que se han traducido en sobrecostos y retrasos inasumibles para cualquier economía y ejército actual. Es necesario que los ministerios de defensa sean capaces de anticipar con más antelación las tecnologías del futuro e involucrar en su desarrollo a todos los actores, desde los científicos y los técnicos, hasta la industria y las propias fuerzas armadas desde el principio. Por su parte la industria deberá avanzar hacia modelos donde la integración de componentes sea solo una parte de su actividad, debiendo involucrarse en la maduración de las nuevas tecnologías desde estadios más tempranos. De esta forma ganará valor añadido y se posicionará en el mercado internacional con mayores ventajas competitivas de las que goza actualmente.

Por su parte el Ministerio de Defensa español, en lo que se refiere a la gestión de la I+D, ya ha comenzado su transformación. Durante los últimos años ha ido cambiando hacia una política de la gestión de la I+D más centralizada y proactiva, en la que un único organismo la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) toma la responsabilidad de la coherencia de la I+D de defensa y de su coordinación con la I+D general, y con la de seguridad en especial. Acompañando a los cambios organizativos y como primeros frutos relevantes de los mismos caben destacar la creación de dos herramientas que complementan el Planeamiento de Defensa y ayudarán a su óptimo desarrollo: el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) y la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID).

El primero de ellos, el SOPT realiza una labor constante de vigilancia y análisis de los las tecnologías actuales y futuras, como base para la evaluación y selección de los proyectos más interesantes y prometedores y la priorización de las tecnologías de mayor interés en torno a las que centrar los esfuerzos inversores. De manera complementaria, realiza la identificación de capacidades tecnológicas de la industria nacional, los centros de investigación y las universidades, estableciendo vías de intercambio de información con ellos, sirviendo de no sólo de puerta de entrada al Ministerio a empresas con proyectos innovadores, sino también de fuente de información para conocer las capacidades tecnológicas nacionales y de manera derivada las posibilidades y riesgos tecnológicos asociados a diferentes iniciativas.

Por su parte la ETID se enmarca dentro del Plan de Mejora de la Gestión de la I+D que la Secretaria de Estado de Defensa está implantando en la actualidad.

Es un instrumento del que se ha dotado el Ministerio de Defensa para llevar a cabo sus funciones de fomentar y coordinar la investigación científica y técnica en materias que afecten a la defensa nacional. Aunque formalmente se encuentra fuera del planeamiento de defensa, deriva y es una parte fundamental del mismo, ya que mediante procesos iterativos se incorpora a la programación de recursos materiales en lo que a I+D se refiere y su fin último es contribuir de una forma eficiente a adquirir capacidades militares dotando a las Fuerzas Armadas españolas de los equipos y sistemas militares más modernos, actuando desde los primeros estadios de la tecnología, avanzando en el conocimiento y apoyando a la base tecnológica e industrial nacional de defensa.