

COTEC es una fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas.

ISBN: 978-84-92-933-14-3



**Cotec** —

Fundación Cotec  
para la Innovación Tecnológica  
Pza. Marqués de Salamanca 11, 2.º izqda.  
28006 Madrid  
Teléf.: (34) 91 436 47 74  
Fax: (34) 91 431 12 39  
<http://www.cotec.es>



AGENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO DE LA RIOJA  
AGENCIA DE INVERSIONES Y SERVICIOS DE LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN  
AGENCIA NAVARRA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA  
ALMA CONSULTING GROUP  
ALMIRALL  
APPLUS+  
ASESORÍA I+D+i  
ATOS ORIGIN ESPAÑA  
AYUNTAMIENTO DE GIJÓN  
AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
BBVA  
CAJA DE AHORROS Y PENSIONES DE BARCELONA (LA CAIXA)  
CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID  
CIDEM  
CLARKE, MODET & Cº  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA DE LA JUNTA DE CASTILLA-LA MANCHA  
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA  
CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE ANDALUCÍA  
CRISA  
DELOITTE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y UNIVERSIDAD DEL GOBIERNO DE ARAGÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE LA XUNTA DE GALICIA  
DIRECCIÓN GENERAL DE UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID  
ENDESA  
ENRESA  
ESTEVE  
EUROCONTROL  
EUSKALTEL

EVERIS  
FUNDACIÓN ACS  
FUNDACIÓN BARRIÉ DE LA MAZA  
FUNDACIÓN FOCUS-ABENGOA  
FUNDACIÓN IBIT  
FUNDACIÓN LILLY  
FUNDACIÓN RAMÓN ARECES  
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA  
FUNDACIÓN VODAFONE  
FUNDECYT  
GAS NATURAL FENOSA  
GÓMEZ-ACEBO & POMBO ABOGADOS  
GRUPO MRS  
GRUPO PRISA  
GRUPO SPRI  
HC ENERGÍA  
HISPASAT  
IBERDROLA  
IBM  
IMADE  
IMPIVA  
IMPULSO  
INDRA  
INSTITUTO DE DESARROLLO ECONÓMICO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS  
INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN DE MURCIA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS, S. A.  
LA SEDA DE BARCELONA  
LECHE PASCUAL  
MERCADONA  
MIER COMUNICACIONES  
OHL  
PATENTES TALGO  
PRICEWATERHOUSECOOPERS  
REPSOL YPF  
SADIEL  
SOLUTEX  
TALÈNCIA CATALUNYA RECERCA  
TELEFÓNICA  
VICINAY CADENAS  
ZELTIA

# 29 INNOVACIÓN EN DEFENSA Y SEGURIDAD



FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

DOCUMENTOS COTEC SOBRE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS





29

INNOVACIÓN  
EN DEFENSA  
Y SEGURIDAD



# 29

## INNOVACIÓN EN DEFENSA Y SEGURIDAD

Primera edición:  
Julio de 2011

Depósito legal: M-26541-2011  
ISBN: 978-84-92-933-14-3

Imprime:  
Gráficas Arias Montano, S. A.

## ÍNDICE

Presentación .....	9
Participantes en la sesión Cotec sobre Innovación en Defensa y Seguridad .....	11
Introducción .....	13
1 La necesidad de innovar en Seguridad y Defen- sa .....	15
2 Características de la innovación en Seguridad y Defensa .....	21
3 Los agentes de la innovación en Seguridad y Defensa .....	27
4 ¿Cómo se gesta la innovación? .....	33
5 La financiación de la innovación en Seguridad y Defensa .....	37
6 Barreras para innovar en Seguridad y Defensa	45
7 Los riesgos de la innovación .....	51
8 La contratación de los proyectos de investigación y desarrollo .....	57
9 Áreas tecnológicas de interés para la Seguridad y la Defensa .....	69
10 Algunas tendencias futuras .....	77
11 Beneficios de la innovación en Seguridad y Defensa .....	85
12 Conclusiones .....	93
13 Bibliografía .....	97



## **PRESENTACIÓN**

La Fundación Cotec contribuye, desde hace casi veinte años, a fomentar la innovación tecnológica en la sociedad española y, para ello, elabora trabajos con expertos que puedan contribuir al desarrollo tecnológico del tejido empresarial, a elevar su capacidad de innovación y a mejorar su competitividad.

Cotec organiza sus publicaciones por colecciones, y con la de Documentos sobre Oportunidades Tecnológicas se ocupa de la oportunidad que para la empresa puede suponer la incorporación de nuevas tecnologías o el mero aprovechamiento de las mismas. Los documentos de esta colección se editan después de un proceso de revisión intenso por un grupo de expertos ajenos a su preparación, que en sesiones de debate contribuyen a su mejora y respaldo. En ningún momento se pretende que los documentos de esta colección sean considerados como manuales exhaustivos y profundos sobre esas tecnologías, sino que con ellos se intenta sencillamente llamar la atención de lectores ajenos al tema, a quienes así intentar sensibilizar hacia las posibilidades que esa tecnología podría abrir en su área empresarial.

En esta ocasión, se presenta el resultado de la sesión dedicada al sector de la defensa y la seguridad, uno de los

sectores de la economía más activos en el ámbito de la innovación, y que hasta el momento Cotec no había tenido la oportunidad de tratar. La sesión de debate se celebró el día 13 de enero de 2011 en la sede de Cotec.

El objetivo principal de este documento es reflexionar sobre los procesos de innovación en el ámbito de la seguridad y la defensa, examinando las posibilidades que ofrece a la industria, las dificultades que plantea, y los efectos beneficiosos que tiene no solo en dotar a las Fuerzas Armadas y a los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado de los medios que precisan para realizar sus funciones de forma eficiente, sino también sobre el sector industrial de la seguridad y la defensa y sobre la economía en general.

El equipo expertos que participó en la sesión fue coordinado por Carlos Martí Sempere quien a su vez preparó el material de esta publicación. Cotec quiere dejar constancia de su agradecimiento a todos ellos, sin cuyo trabajo, comentarios y sugerencias este documento no habría sido posible.

Cotec, julio 2011

## **Participantes en la Sesión Cotec sobre la Innovación en Defensa y Seguridad**

### **Expertos participantes**

José Vicente Cebrián Echarri	
Antonio Fonfría Mesa	UCM
Julián García Vargas	TEDAE
Justo Huerta Barajas	Ministerio de Defensa
Emiliano Mata Verdejo	EADS-CASA
Jesús Manrique Braojos	Ministerio de Defensa
Luis Martínez Míguez	Isdefe
Miguel A. Martínez Olagüe	GMV
Jordi Molas Gallart	Ingenio
Ángel Moratilla Ramos	INTA
Vicente Ortega Castro	UPM
José Luis Orts Pales	Instituto Tecnológico de la Marañosa
Félix Pérez Martínez	UPM
Jesús Redondo Lavín	GD Santa Bárbara
Carlos Rodríguez Navío	EINSA
Francisco Soler Pozuelo	AMPER Programas
Germán Vergara Ogando	Ministerio de Defensa

### **Experto Coordinador:**

Carlos Martí Sempere	Isdefe
----------------------	--------



## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo tiene como fin describir las oportunidades que ofrece la innovación en el ámbito de la seguridad y la defensa así como los retos que plantea. En él se analiza cómo, a partir del conocimiento, se puede crear valor para lograr unas Fuerzas Armadas, así como unas Fuerzas y Cuerpos de Seguridad mejor dotados y más preparados, a la vez que las empresas pueden aprovechar estas oportunidades para materializar más fácilmente sus objetivos de negocio, como pudieran ser mayores capacidades, mayor crecimiento, más beneficios o un mayor valor de la empresa. El trabajo analiza las peculiaridades que tiene la innovación en este ámbito de forma que las empresas puedan tener una visión más clara y adaptar mejor sus estrategias de negocio a este entorno, y maximizar así sus oportunidades de éxito.

Un análisis de este tipo requiere, en primer lugar, entender el proceso de innovación en seguridad y defensa, estudiando cómo surge la necesidad de innovar, cómo se desarrollan las actividades de investigación y desarrollo, y el papel que desempeña en este proceso la universidad, los laboratorios, los centros de investigación, la industria y la Administración del Estado. Para realizar este análisis es conveniente hacer comparaciones con los modelos de otras naciones como EE. UU., el Reino Unido o Francia.

Identificar las áreas tecnológicas donde existen oportunidades para la innovación, como puede ser el sector aeroespacial, el de la electrónica o el de los sistemas de información y comunicaciones, es otra perspectiva que no debe faltar en un trabajo de esta naturaleza. Aspectos como la compleja relación entre las tecnologías civiles y militares; las interacciones, realimentaciones, convergencias y sinergias que se producen entre ambas, o la difusión del conocimiento adquirido en otras áreas y sectores de la economía son cuestiones que también deben ser abordadas. Las tendencias en este sector, como una mayor integración de la industria civil con la de seguridad y defensa, o los aspectos relacionados con la internacionalización de la innovación son otros factores que se han de tener en cuenta pensando en el sostenimiento de esta actividad en el medio plazo. Algunas conclusiones al hilo de lo tratado y unas referencias bibliográficas sobre la materia completan el documento.

Se sobreentiende que quedan fuera del estudio otras cuestiones relacionadas, que tienen cierto interés social, como la determinación de los recursos que se deben dedicar a esta actividad, su asignación a las diferentes capacidades que precisan la seguridad y la defensa, las políticas más adecuadas para su obtención o el uso alternativo de estos recursos para resolver otras necesidades sociales más urgentes.



## **LA NECESIDAD DE INNOVAR EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

Un aspecto esencial del ser humano es la necesidad de sentirse seguro y protegido frente a determinados eventos indeseados, como la guerra, el terrorismo, el crimen organizado o las catástrofes y accidentes tanto naturales como provocados. Disponer de medios materiales y humanos para hacer frente a estas situaciones y evitar sus perniciosos efectos sobre los ciudadanos es una actividad humana tan antigua como conocida.

Los gobiernos, tradicionalmente, han creado organizaciones para responder a estas situaciones agrupadas en torno a los Ministerios de Defensa e Interior que se han apoyado en las capacidades de la industria para obtener un conjunto de bienes y servicios orientados al cumplimiento de sus misiones y cometidos. Esta industria se conoce habitualmente como la industria de seguridad y defensa.

La mayor capacidad para afrontar situaciones de crisis, conflictos armados y otras situaciones de carácter excepcional se ha basado en Occidente en disponer de unas fuerzas más capaces gracias a dos elementos considerados clave: un mayor entrenamiento y unos medios técnicos más avanzados (Parker, 1995). En efecto, las actividades de seguridad y defensa están condicionadas por la severidad del entorno de actuación y el comportamiento del adversario que puede fácilmente comprometer el éxito de la misión. Por ello, unos bienes y servicios con mejores pres-

taciones pueden marcar la diferencia entre el éxito o el fracaso de una operación de esta naturaleza.

Hasta la II Guerra Mundial la obtención de estos medios se realizaba principalmente de forma interna por las Fuerzas Armadas a través de sus arsenales y fábricas militares. Sin embargo, la cantidad de armamento y material que exigió el conflicto, así como su sofisticación técnica acabó por desplazar esta actividad al mundo empresarial. Este modelo liderado inicialmente por los EE. UU. terminó por difundirse en la mayoría de los países desarrollados a través de empresas (Suárez, 1976). Aunque inicialmente estas tenían un carácter más público que privado, actualmente, en sintonía con otros procesos de desregularización de los mercados, la tendencia que se observa es el de una creciente participación del sector privado en esta industria.

La superioridad de medios técnicos se basa en una constante innovación donde cada nueva generación de material y equipos supera con creces las prestaciones de la anterior. Esta innovación no se debe exclusivamente al progreso general de la tecnología, sino que también viene forzada por el desarrollo de contramedidas de los potenciales adversarios, bien en forma de nuevas estrategias y tácticas, bien en términos de nuevos medios y armas, que acaban por reducir o anular la eficiencia de los medios actualmente existentes en dotación. La búsqueda de soluciones más eficientes y la competición tecnológica que se produce entre potenciales contendientes, conocida comúnmente como carrera de armamentos, hace que la actividad orientada a la innovación en este campo tenga que ser permanente.

En la historia reciente, la época más activa de esta carrera fue probablemente el periodo conocido como la Guerra Fría, comprendido entre el final de la II Guerra Mundial y la caída del muro de Berlín, donde una parte importante del producto interior bruto de las grandes potencias se destinó a la innovación en defensa. Afortunadamente hoy en día esta carrera es mucho menos intensa. Sin embargo,

la caída del muro de Berlín trajo consigo nuevos conflictos y nuevas misiones para las Fuerzas Armadas y de Seguridad, como el de Bosnia-Herzegovina, y la necesidad de seguir fomentando la innovación en este sector.

La última década ha planteado nuevos riesgos para la seguridad de las naciones en nuevas formas que, aunque no por conocidas, resultan más virulentas. La lucha contra el terrorismo, el crimen organizado, la inmigración ilegal, o la protección de las infraestructuras críticas de nuestra sociedad como los sistemas de información y comunicaciones son nuevos retos a la seguridad que se añaden a las amenazas y riesgos del pasado.<sup>1</sup>

El Ministerio de Defensa y en menor medida el de Interior invierten, pues, de forma intensiva recursos en la obtención y modernización de sus medios, lo que se traduce en la dedicación de una parte importante del presupuesto a las actividades relacionadas con la investigación, el desarrollo y la innovación, actividades que actualmente están externalizadas en gran medida en la industria. La importancia social de la seguridad y la defensa hace que los estados estén dispuestos a mantener determinadas capacidades y medios avanzados, a pesar de que el precio final de los productos requeridos sea bastante elevado. Esto hace que los requisitos de prestaciones y calidad de estos productos tengan mayor importancia que el precio, es decir, se trata de una demanda poco elástica o sensible al precio.

De todo lo anterior se puede deducir que existen interesantes y atractivas oportunidades para la industria en este ámbito, que, bien aprovechadas, pueden reforzar su competitividad y sus posibilidades de negocio.<sup>2</sup>

Esta visión es compartida en general por todos los gobiernos que ven la compra pública de medios materiales para

<sup>1</sup> No trataremos en este documento la innovación orientada a la seguridad del sector privado.

<sup>2</sup> Ortega *et al.* (2010, 44) ofrecen datos del Instituto Nacional de Estadística en los que se observa que el porcentaje de empresas con actividades innovadoras en este sector es claramente superior al de otros sectores de la economía.

la seguridad y la defensa, al igual que la compra pública en otros sectores como el de las infraestructuras, como un método para reforzar la base tecnológica e industrial nacional. Esta compra se lleva a cabo tanto por razones de soberanía e independencia estratégica (y tecnológica) como por razones económicas, al fomentar de esta forma las capacidades industriales, el empleo, y la exportación (esta última a veces utilizada como apoyo a la política exterior); en definitiva, para mejorar la productividad y la competitividad de la industria y su capacidad para generar riqueza.<sup>3</sup>

Las características avanzadas y la sofisticación de los sistemas dedicados a la seguridad y la defensa, en muchos casos superiores a los sistemas civiles, se consideran un excelente caldo de cultivo para la creación de conocimientos, tecnologías y capacidades de diseño y producción en campos como la electrónica, la información, las comunicaciones o los sistemas aeroespaciales, es decir, para fomentar la innovación, que pueden ayudar al desarrollo de la industria nacional, pues en última instancia se presupone que éstos acabarán siendo aprovechados con éxito por las empresas en el sector civil, aunque este hecho no siempre se puede garantizar a priori.

Por esta razón la contratación pública, cuyo objetivo inmediato es dotar al sector público de soluciones para dar un mejor servicio a los ciudadanos, puede ser a la vez un instrumento de política de innovación ligado a la demanda,<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Aunque no se dispone de datos en España, un reciente estudio de Oxford Economics (2009) muestra que el gasto del gobierno de 100 millones de libras en la industria de defensa tiene un factor multiplicador de 2,3 sobre la producción (valor medio de 2,27 para el conjunto de la economía); genera ingresos para la Hacienda Pública y la Seguridad Social en torno a 11,5 millones de libras sobre un valor medio de 10,2 millones; y crea 1,885 empleos (media 1,831) con un porcentaje de alta cualificación del 39 % (media 32 %). Un 22 % de la producción se exporta (media 19 %) y la intensidad del I+D sobre ventas es del 4 % respecto a una media del 1 % de la economía.

<sup>4</sup> Cotec ha dedicado varias de sus publicaciones a esta cuestión, entre ellas «La Compra Pública de Tecnología innovadora en TIC» (2008).

siempre que las necesidades expresadas por los compradores incluyan características avanzadas que no se dan en la oferta existente en el mercado y que, por tanto, obliguen a los suministradores a realizar actividades de innovación para cumplir con esas nuevas funcionalidades.

Los analistas distinguen en la contratación pública dos posibles instrumentos relacionados con el fomento de la innovación; ambos obligan a los suministradores a realizar I+D. Uno es la Compra Pública de Tecnología innovadora (CPTi) que se refiere a la compra de nuevos productos o servicios acabados para poder ser utilizados en el momento de la entrega. El otro es la compra de resultados de I+D (lo que la Comisión Europea llama compra precomercial, siempre que el comprador no exija la exclusividad de uso). Ambos instrumentos se comentan en este documento.

Probablemente los EE. UU. sean el ejemplo más paradigmático de este tipo de compra. Este país, mediante sus programas de defensa, energía, salud, y otros de carácter civil interesados en una mayor atención a los administrados, ha propiciado la aparición de novedades tecnológicas que se han ido incorporando a productos de mercado. Tanto la NASA (National Aeronautics and Space Administration) como DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) son organizaciones pioneras en esta cuestión. Así, por ejemplo, en la década de 1960, el Programa de Defensa norteamericano desempeñó un papel relevante en el desarrollo de la industria de semiconductores, al ofrecer casi cualquier precio por conseguir una electrónica compacta y ligera en sus programas de misiles (James, 2004). También proviene de EE. UU. un modelo que ha tomado la Comisión Europea para su sistema de compra precomercial. El Programa SBIR (*Small Business Innovation and Research*), operativo desde 1982, obliga a los departamentos federales a reservar una parte de su presupuesto a contratar a las pymes I+D de su interés con potencial de comercialización. Desde 1992 está operativo también un programa homólogo, el STTR (*Small Business Technology*

*Transfer*) en el que se obliga a la pyme adjudicataria a subcontratar una parte de la I+D a una institución de I+D sin ánimo de lucro. De acuerdo con U.S. Small Business Administration Technology Resources Network, de un total de \$2.141 millones adjudicados en 2009 mediante compras de I+D con fondos de estos programas, el 45 % correspondió a compras del Departamento de Defensa y un 7 % adicional a la NASA.

En resumen, la inversión del Estado en proyectos de carácter innovador no solo está guiada por criterios que supongan una mejora en la seguridad y en la defensa en los que primen factores como el coste, el plazo de entrega o la calidad del producto, sino por criterios estratégicos más amplios y una visión más a largo plazo como empleo, tecnología, exportaciones, desarrollo regional y la formación de industrias nacionales líderes en el mercado europeo o internacional.

La ventaja de este sector es su no sujeción al estricto régimen de ayudas estatales establecido por la Unión Europea que establece el artículo 107 (ex 87) del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, lo que permite a los gobiernos prestar este apoyo a la industria con una mayor libertad que en otros sectores de la economía.

# 2

## **CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **PRINCIPALES ÁREAS**

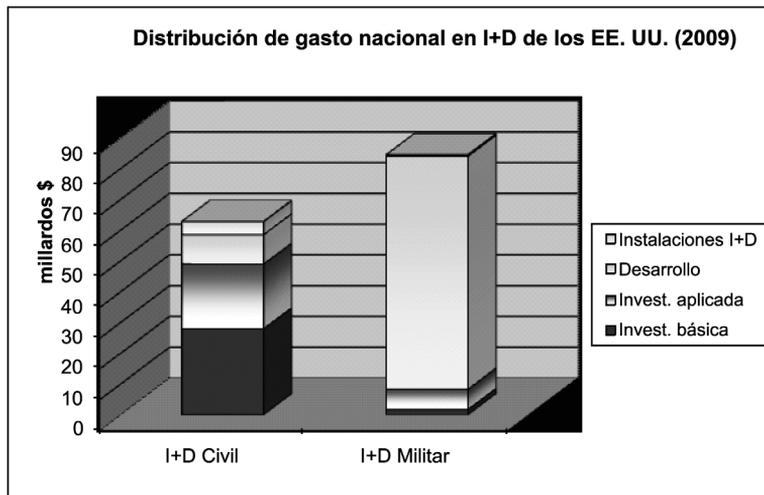
La necesidad de bienes y servicios de organizaciones tan grandes y con misiones tan variadas como las Fuerzas Armadas, y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado es muy amplia y extensa. No obstante, muchos bienes y servicios que estas precisan, apenas se diferencian de los que se suministran en otros sectores de la economía, bien sea para el sector público o el privado, como, por ejemplo, vestuario, alimentos, combustible, ordenadores, mobiliario o material de oficina.

En este estudio nos centraremos principalmente en aquellos bienes y servicios específicamente orientados a la ejecución de las misiones y operaciones de seguridad y defensa, dado que el mayor gasto se concentra en esta área. Estos bienes y servicios están relacionados con capacidades específicas en las áreas de armamento, protección, movilidad, observación/inteligencia, dirección de operaciones y logística. Estas capacidades se pueden obtener o potenciar mediante la aplicación de un amplio conjunto de tecnologías y áreas de conocimiento que se comentarán en un apartado posterior.

### **TIPOS DE ACTIVIDAD**

La innovación en Seguridad y Defensa se materializa fundamentalmente a través de la investigación aplicada y, de

modo especial, el desarrollo de productos. Este tipo de investigación intenta resolver una necesidad operativa mediante la fusión de conocimientos operativos, científicos y técnicos en un producto específico, útil para las realizar las misiones y cometidos asignados. El valor del sistema se encuentra fundamentalmente en la correcta interpretación de la necesidad operativa junto con la adecuada selección e integración de un elevado número de componentes y tecnologías, cuyo resultado es un producto con funcionalidades y prestaciones que mejoran substancialmente las capacidades actuales. Esta actividad, por lo tanto, se caracteriza por la obtención del conocimiento y su aplicación creativa a los problemas de la seguridad y la defensa.



Fuente: American Association for the Advancement of Science.

Esta innovación suele tener como resultado importantes saltos cuantitativos y cualitativos en prestaciones y calidad del equipo en relación a la generación anterior. En este sentido, muestra diferencias sustanciales respecto a la que se realiza en el campo civil, que se caracteriza por ser más evolutiva

e incremental y con un periodo de maduración más corto. La innovación en el campo civil está más condicionada por las condiciones cambiantes del mercado, es decir, por el valor que el cliente le atribuye y el precio que está dispuesto a pagar frente a posibles sustitutos.

Rara vez la innovación en Seguridad y Defensa se orienta a obtener conocimiento o tecnologías básicas capacitadoras, como pudiera ser el caso de las nanotecnologías. Solo en situaciones muy concretas se da este tipo de investigación cuando avances rupturistas en alguna materia son esenciales para obtener prestaciones consideradas críticas. El elevado coste de este tipo de investigación, los inciertos retornos que produce y su más remota aplicabilidad a las necesidades de Seguridad y Defensa hacen que su financiación solo se dé en las naciones más avanzadas y con más medios, como EE. UU., una de las pocas naciones que puede dedicar una parte de su presupuesto de defensa a financiar la investigación universitaria en varias disciplinas (Alic *et al.*, 1992).

Como se puede ver en la figura, la innovación en Seguridad y Defensa se orienta más a la investigación aplicada y al desarrollo, empleando tecnologías avanzadas pero con un grado de madurez medio-alto. La fase de desarrollo, pruebas y evaluación supone prácticamente el grueso de esta actividad en este sector. En muchos casos, el desarrollo contiene actividades previas a la producción del sistema, cuyo contenido experimental es con frecuencia limitado.

Dado el liderazgo mundial en armamento de los EE. UU., la innovación en Europa (y en España) se ha orientado con frecuencia al desarrollo de equipos similares a los estadounidenses, lo que sin duda ha supuesto un menor esfuerzo inversor para los europeos (¡incluso para sus adversarios como la antigua URSS!), al poder focalizar esta actividad en torno a productos ya experimentados con éxito en el campo de operaciones. Con un cierto retraso respecto al último modelo estadounidense, estos equipos han sido capaces de capturar el diseño original, algunas veces

de mejorarlo, y producirlo a un coste competitivo. De esta forma se ha conseguido satisfacer las necesidades de las Fuerzas Armadas para hacer frente a adversarios dotados de medios menos avanzados.

## **INNOVACIONES DE PROCESO**

La innovación en Seguridad y Defensa se centra principalmente en el desarrollo de nuevos productos y, de forma secundaria, en la prestación de nuevos servicios, mientras que se presta menos atención a los procesos internos relacionados con el suministro de estos bienes y servicios. Esto se debe a que la producción de equipos y material se hace en series cortas en muchos casos, por lo que el valor que aportan las innovaciones de proceso es menor cuando no se trata de una producción masiva, al contrario de lo que sucede en la mayoría de los bienes de consumo donde estas innovaciones son esenciales para conseguir que el producto sea competitivo en el mercado. En pocas palabras, la utilidad práctica inmediata en el campo de operaciones que tienen las mejoras de prestaciones, suelen hacer más atractivas las innovaciones de producto.

No obstante, el valor de las innovaciones de proceso crece cuando se producen series largas o se gestionan procesos complejos. En estos casos, el aprendizaje que se produce suele conllevar nuevos procesos que suponen aumentos substanciales de eficiencia, como, por ejemplo, una producción del sistema más rápida, con menos necesidades de material o de mano de obra, y con un menor número de defectos. La innovación en estos casos suele ir acompañada de cambios organizativos y de la integración de maquinaria específica avanzada, como, por ejemplo, equipos de diseño y fabricación flexible. Duplicar la producción, según Dowdell y Braddon (2005), puede suponer reducciones en el coste unitario de fabricación que puede alcanzar, en algunos casos, hasta el 66 %.

Las innovaciones de proceso no se suelen financiar directamente por los ministerios. Sin embargo, la exigencia de un precio fijo en contratos de producción, o su reducción en función del número de unidades adquiridas, constituye un incentivo para su desarrollo. En ciertos casos, la Administración admite que en el cálculo del precio del producto la empresa incluya, dentro del presupuesto de producción, la compra de maquinaria que puede facilitar este tipo de innovación. Las innovaciones de proceso pueden aparecer fácilmente en programas de *offsets* (o compensaciones industriales) en los que se acuerda que una parte de la producción del sistema comprado a una empresa extranjera se realice por empresas nacionales. Los requisitos para certificar la calidad del producto final pueden obligar a la empresa a innovar sus procesos de producción cuando su nivel está por debajo de los estándares exigidos.

Las innovaciones de proceso también se pueden producir cuando las empresas prestan servicios relevantes que las Fuerzas Armadas o los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad han externalizado, como pueden ser los relacionados con el apoyo logístico. En estos casos las empresas realizan importantes inversiones para proporcionar estos servicios en los que se pueden implantar novedosos sistemas, como, por ejemplo, el diagnóstico automático de averías, la gestión optimizada de piezas de repuesto, o la sustitución o reposición de elementos que han alcanzado el final de su vida operativa. Esta tendencia está creciendo actualmente dada la complejidad que tiene las actividades logísticas asociadas a algunos sistemas y la escasez de personal de las unidades para realizar esta actividad. Aquí se abren oportunidades a la industria si ésta es capaz de ofrecer, gracias a la innovación, este servicio con una mayor calidad y un menor coste.



# 3

## **LOS AGENTES DE LA INNOVACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

En el proceso de innovación en Seguridad y Defensa intervienen diversos agentes. En primer lugar están los usuarios finales, es decir, el personal operativo. Estos usuarios determinan el concepto de las operaciones del que se derivan las necesidades operativas, teniendo en cuenta los riesgos identificados sobre la paz, la seguridad y la defensa, así como la visión estratégica para afrontarlos. Con esta información se pueden delinear las posibles soluciones, así como definir los requisitos de los equipos y sistemas que se precisan, paso previo para iniciar las actividades de investigación y desarrollo del producto. Su labor, además, es crucial para evaluar y acreditar la utilidad del sistema, mediante diversos ensayos y pruebas operativas, una vez concluido su desarrollo, y así identificar posibles mejoras.

En segundo lugar las universidades, como organizaciones dedicadas a compilar, generar y difundir el conocimiento en la sociedad, disponen de una importante capacidad para investigar y avanzar en nuevas áreas, generando el saber que precisa el desarrollo de productos más avanzados. Su colaboración estrecha con la industria permite encontrar aplicaciones prácticas del conocimiento, en términos de soluciones técnicas y equipos, que pueden ser claves para satisfacer las necesidades de seguridad y defensa.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> La colaboración directa Defensa-Universidad no es todavía muy frecuente en España. No así en los EE. UU. donde Defensa financia directamente habitualmente proyectos de investigación básica.

Un papel similar desempeñan las pymes con su experiencia y conocimiento en determinados nichos tecnológicos. Estas empresas son, en algunos casos, fruto de *spin-off* de departamentos universitarios, cuyo fin es comercializar tecnologías e ideas generadas por su investigación, mientras que, en otros, están fundadas por emprendedores que en algunos casos proceden de grandes empresas, cuyas ideas innovadoras no han encontrado en las mismas el debido acomodo. Estas empresas se caracterizan por gozar de una menor inercia y una mayor flexibilidad y capacidad de adaptación en comparación con las grandes empresas. La capacidad de innovar es relativamente alta siendo responsables, a veces, de verdaderos avances rupturistas que suponen un salto cualitativo y cuantitativo de relieve en las prestaciones del producto. Estas empresas son contratadas en la mayoría de los casos por los contratistas principales para investigar o desarrollar algunas partes del sistema, siendo menos habitual la contratación directa por los ministerios.

En cuarto lugar figuran los laboratorios y Organismos Públicos de Investigación (OPI), entre los que hay que citar el Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM), el Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo (CEHIPAR) o el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Estos organismos desempeñan un papel importante gracias a su capacidad técnica y a los medios de prueba y evaluación de los que disponen y pueden poner al servicio de la innovación.

En quinto lugar están las empresas suministradoras de subsistemas y subconjuntos principales que, a partir de las necesidades expresadas por el integrador, elaboran diferentes diseños y arquitecturas, especifican las prestaciones de los diversos componentes que conforman el sistema, los fabrican o subcontratan su producción, y los prueban e integran.

En sexto lugar están los contratistas principales e integradores (*prime contractors* y *system integrators*). Estas empresas tienen una amplia experiencia en contratación pública y

mantienen a menudo buenos vínculos con los órganos y autoridades públicas responsables de las adquisiciones y actividades de innovación en el Ministerio. Estas empresas son líderes absolutos en su capacidad de especificar, diseñar e integrar los principales subconjuntos que componen el sistema final, gracias al amplio conocimiento y experiencia que atesoran. Destacan también por su capacidad para gestionar de forma integral la cadena de valor de los procesos de investigación, desarrollo e innovación que se precisan para la obtención del nuevo sistema, lo cual es particularmente necesario cuando se trata de un sistema complejo como pudiera ser una plataforma móvil (buque, avión), o un sistema de mando y control para la dirección de operaciones. Este es uno de los principales activos de los grandes contratistas del sector, es decir, su capacidad de elegir, organizar y coordinar esta cadena a partir de los diferentes suministradores, trabajando íntimamente con ellos para maximizar el valor del producto final. La contratación de proyectos de innovación a estas empresas supone, por otra parte, una importante ventaja para la Administración al tener que tramitar y gestionar un único contrato.

En séptimo lugar, habría que citar a algunas empresas consultoras independientes capaces de proporcionar asesoramiento a las Fuerzas Armadas en todo el proceso de innovación, cuando éstas no disponen del conocimiento o de la información suficiente para tomar las decisiones que se requiere a lo largo de todo el proceso. El elevado conocimiento que implica el desarrollo de conceptos operativos, requisitos del sistema, evaluaciones técnicas o económicas, así como la valoración de posibles soluciones industriales explica el papel que tienen estas empresas, cuyo principal activo es el conocimiento. El poder de influencia de estas empresas en la toma de decisión durante el proceso de obtención no suele ser desdeñable.

Por último, la Administración, principal beneficiaria de la innovación, ejerce un importante papel en la gestión de todo el proceso marcando las líneas estratégicas, seleccio-

nando los proyectos de mayor interés para la defensa, tramitando los expedientes de contratación, y supervisando y apoyando las actividades de las empresas, y del resto de los agentes citados, en sus actividades de innovación.

## **LA CADENA DE VALOR**

La cadena de valor de la innovación en seguridad y defensa es con frecuencia larga y con abundantes ramificaciones.<sup>6</sup> Esto se debe a que sería ineficiente realizarla de forma interna por una única empresa debido a la propia sofisticación y complejidad técnica del desarrollo y a la variedad de tecnologías y experiencia que precisan. Por el contrario, la creación de una cadena de valor ad hoc para un proyecto específico permite formar equipos multidisciplinarios para resolver los múltiples problemas que surgen durante la innovación y facilita la creación de una estructura más flexible y eficiente. Los avances de los sistemas de información y comunicaciones que permitan el intercambio electrónico de datos y la explotación de la ingeniería concurrente son factores que facilitan este tipo de organización, frente a organizaciones del pasado en las que la proximidad geográfica del equipo a cargo de la innovación era una importante ventaja para la comunicación y orientaba las actividades de desarrollo y producción hacia estructuras internas, o clusters empresariales creados en zonas geográficas próximas.

La extensión de esta cadena de valor implica, hoy en día, el cruce de las fronteras nacionales en busca de los elementos más apropiados cuando no existen empresas nacionales con esa capacidad, lo que lleva a su creciente

---

<sup>6</sup> Según Hartley (2007, 1142) un vehículo acorazado tiene 200 suministradores de primer nivel. Cada uno de ellos tiene de promedio 18 suministradores. En cambio, los suministradores de segundo nivel tienen en promedio otros 7 suministradores. El número de suministradores de tercer nivel decrece de nuevo y tiene como media 2-3 suministradores.

internacionalización. Aunque esto significa por una parte una merma de autonomía productiva, también es cierto que abre nuevos horizontes a pymes innovadoras que tienen más oportunidades que en el pasado de integrarse en cadenas de valor internacionales cuando ofrecen un producto, componente o servicio de especial valor.

La participación de las empresas en estas cadenas de valor se rige en algunos casos por relaciones y acuerdos de colaboración de larga duración en torno a uno o varios proyectos debido a las ventajas que éstos aportan a la industria, como puede ser la garantía de un cierto volumen de compra que permite asegurar la amortización de la inversión en activos específicos, como maquinaria o habilidades del personal, y que como contrapartida mejoran la calidad y abaratan el coste en el medio plazo. Pero también existen casos en los que las reglas de mercado pueden ser más adecuadas para la participación de los suministradores de segundo y tercer escalón, por lo que éstos se enfrentan a una creciente competencia para que sus productos formen parte de la cadena de valor, al igual que ocurre en otros sectores de la economía como la industria de la automoción. En este sentido, hay que citar que determinadas políticas públicas orientadas a favorecer la participación de la industria en la producción de bienes para la seguridad y la defensa, como acuerdos de compensación industrial o proyectos internacionales de sistemas de armas, pueden facilitar la integración de las empresas en esas cadenas de valor.

Las uniones temporales de empresas (UTE), los consorcios, la formación de *Joint Ventures* y los acuerdos de colaboración a largo plazo, o los contratos específicos de suministro son la forma de articular legalmente esta cadena de valor. De esta forma se consigue acumular el suficiente conocimiento, la experiencia y los medios para orquestar e integrar los diversos conocimientos y tecnologías que se precisan en la investigación y desarrollo de un nuevo sistema o producto; distribuir el riesgo entre los diferentes so-

cios y facilitar la gestión del proyecto. Como hemos dicho, la participación de empresas de diversas nacionalidades tiende a crecer, en especial cuando se afrontan programas internacionales.

El principal problema de estos acuerdos industriales es la distribución del trabajo a priori entre sus miembros, ya que normalmente las necesidades de un proyecto varían a lo largo del mismo conforme se hacen patentes sus verdaderas dificultades técnicas. Esto requiere adaptaciones que pueden repercutir sobre la eficiencia de la cadena de valor, ya que la necesaria renegociación de los acuerdos pactados para mejorar la eficiencia es costosa, y lo suficientemente elevada para hacer inviable su revisión constante.<sup>7</sup> En general, la gestión de la innovación conjunta se hace más compleja cuanto mayor es el número de miembros. Por ello, estos acuerdos intentan minimizar el número de organizaciones participantes y buscan estructuras jerarquizadas para simplificar la gestión. En general, hay que considerar que estas uniones empresariales, aunque a veces pueden reducir la competencia, suelen tener en general un papel positivo al permitir afrontar mejor la complejidad de la innovación.

---

<sup>7</sup> Esto obliga a desarrollar mecanismos de gobierno internos para reconciliar diferencias y resolver contingencias que requieren adaptaciones reductoras de comportamientos oportunistas, e inyectores de confianza, en vez de basarse en disputas y litigios, cuyo resultado sería pérdidas para ambas partes (Williamson, 1979).

# 4

## ¿CÓMO SE GESTA LA INNOVACIÓN?

Habitualmente, la innovación surge como consecuencia de la identificación de una limitación operativa para realizar una determinada tarea o misión. Las prestaciones (o las carencias) actuales de un sistema pueden ser la causa de que una capacidad operativa se estime insuficiente para cumplir las misiones que tienen que realizar las Fuerzas Armadas y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. Esta percepción se hace más patente cuando aparecen en otras naciones sistemas que han superado esta limitación o que potencian claramente una determinada capacidad. Este último aspecto rara vez escapa de la percepción del personal técnico y operativo de nuestras Fuerzas, que vigila permanentemente el mercado de equipos y material para la seguridad y la defensa.

La identificación de carencias es la que promueve los programas de obtención para resolverlas. Si estas no son graves, se espera al siguiente ciclo de renovación del material, pero, si lo son, se procede bien a modernizar el material, bien a sustituirlo por otro más avanzado. Estos programas incluirán proyectos de investigación y desarrollo cuando el producto deseado es especialmente innovador y se necesite resolver los principales retos técnicos y económicos que plantea el nuevo sistema. En general, no todos los programas activan una fase de I+D. Si existen en el mercado productos similares (o que requieren una adap-

tación mínima) y el coste o el plazo de desarrollo es demasiado grande, puede ser preferible la compra directa, aun cuando el suministrador sea extranjero. Solo es recomendable esta actividad cuando (a) el coste y el plazo de ejecución del proceso innovador es asumible y el número de unidades que hay que fabricar garantiza un precio final razonablemente competitivo, o (b) cuando criterios de autonomía estratégica así lo aconsejan. Conviene decir que, en el primer caso, esta condición puede también ser factible si varias naciones deciden obtener el sistema de forma conjunta, constituyendo un programa internacional.

Aquí la industria puede desempeñar un importante papel al mostrar cómo un nuevo desarrollo abre la puerta a un nuevo producto que tiene mayor utilidad, gracias a unas mejores prestaciones o a la disponibilidad de un servicio proporcionado externamente con un nivel de calidad y un coste inferior. Esto requiere llevar a cabo un esfuerzo no despreciable para informar y convencer a las Fuerzas Armadas y a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad de la bondad del nuevo producto y de los avances que aporta —no tanto en términos de prestaciones como de utilidad operativa— y de la necesidad de aportar fondos para su desarrollo. Esta labor de marketing, que no se debería confundir con lobbying, es tanto más difícil cuanto más costoso sea el desarrollo, y no se pueda mostrar fácilmente en la práctica la utilidad del sistema. Transmitir de forma objetiva las ventajas del nuevo sistema y colaborar en su definición es un paso previo que, sin duda, puede dar a la empresa que colabora de forma temprana y altruista con la Administración, sus buenos frutos, cuando finalmente se lleve a cabo la licitación.

Las necesidades operativas son, por lo tanto, el principal estímulo para la innovación en este sector de la economía. Estas necesidades se plasman en documentos que habitualmente elaboran los Estados Mayores y otros órganos de planeamiento como por ejemplos los Objetivos de Capacidades Militares (OCM) del Ministerio de Defensa. A partir

de los objetivos, se identifican y se preparan planes de adquisición y modernización de los equipos y sistemas a medio y largo plazo. Estos se recogen en diversos documentos que en España elabora la Secretaría de Estado de la Defensa y en particular su Dirección General de Armamento y Material (DGAM), como, por ejemplo, el Plan Director de Armamento y Material (PDAM) o la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID).<sup>8</sup> Estos documentos constituyen, por lo tanto, una excelente fuente de información para identificar futuras oportunidades de innovación en este sector. El análisis comparativo de las capacidades de diseño y desarrollo de la empresa, con los planes y objetivos de obtención que figuran en estos documentos, permite a las empresas vislumbrar retos y oportunidades a los que pueden hacer frente con éxito, e identificar líneas de negocio de interés, rentables en el largo plazo, en cuyo caso se pueden iniciar actuaciones encaminadas a recibir fondos para acometer estas actividades.

El diálogo y el intercambio de información constante entre la Administración y la industria es un aspecto vital para una eficiente innovación en este sector. En este sentido es especialmente útil la realización de jornadas tecnológicas, conferencias, seminarios y debates, donde las Fuerzas Armadas expongan sus necesidades y las empresas presenten posibles soluciones innovadoras. Aquí desempeñan un papel importante los propios ministerios, pero también las asociaciones industriales como la Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Aeronáutica y Espacio (TEDAE), el Círculo de Tecnologías para la Seguridad y la Defensa, o la Asociación de Empresas Contratistas de las Administraciones Públicas (AESMIDE). De esta forma se facilita el conocimiento de los retos y oportunidades que a nivel nacional e internacional existen, en particular para las pequeñas empresas, que suelen tener mayores dificultades para acceder a esta información.

---

<sup>8</sup> Estos documentos están accesibles en la página web del Ministerio de Defensa.

Aunque estos planes fijan en el tiempo previsiones de nuevas adquisiciones, éstos no siempre se cumplen literalmente y no es infrecuente que se produzcan variaciones debido a los cambios en el contexto que se producen tras su aprobación, entre los que cabe citar las disponibilidades presupuestarias, los cambios en la situación internacional, la necesidad de realizar nuevas misiones o la aparición de tecnologías emergentes de gran valor operativo. En otros términos, la planificación tiene un carácter más orientativo que estricto y está condicionada a la aprobación del presupuesto y de los fondos dedicados a la seguridad y la defensa. Esta aprobación se realiza anualmente y está sujeta a los avatares de la política general del gobierno y por lo tanto a cambios no esperados. De hecho, aunque el presupuesto fija unas determinadas cantidades para I+D, los diferentes proyectos siempre superan el presupuesto disponible, por lo que tienen que competir entre ellos para que se les asigne una cifra económica. Estos avatares relacionados con la materialización de los proyectos suponen de alguna manera un factor de riesgo para las empresas que deben considerar en sus estrategias. El proceso de aprobación ministerial de los proyectos de I+D+i, en el que puede ser acertado, en presencia de incertidumbre, posponer la decisión de gasto y mantener en liquidez el presupuesto (Simon, 1978), explica de alguna forma la dificultad de cumplir estos planes. Esta competencia interna entre proyectos hace recomendable que las empresas inicien una colaboración temprana con las Fuerzas Armadas, así como con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, que permita que la tramitación del correspondiente expediente de contratación para realizar actividades de investigación y desarrollo en una determinada materia concluya con éxito.

# 5

## **LA FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

### **NECESIDAD**

Arrow (1962) argumenta que la sociedad puede invertir en innovación por debajo del valor deseado cuando existe una elevada incertidumbre sobre los resultados de esta actividad en términos de beneficios empresariales. Las limitaciones financieras hacen que sea más probable que las empresas tiendan a invertir menos en actividades de riesgo que a lo contrario, dando lugar a actividades de innovación por debajo del valor deseado, lo que en última instancia supone una pérdida general de riqueza y bienestar para la sociedad. Este argumento es de clara aplicación al campo de la seguridad y la defensa, pues los costes y los riesgos de la innovación son especialmente elevados, mientras que la demanda final puede tener una lenta maduración y limitarse exclusivamente a este sector. Esto hace que para la empresa sea especialmente difícil recuperar la inversión.

Por otra parte, las actividades de investigación, desarrollo e innovación suelen generar un conjunto de beneficios para la sociedad de los que la empresa no es siempre capaz de apropiarse en su totalidad, produciéndose lo que en economía se conoce con el nombre de externalidad, que no es otra cosa que la transferencia de un bien (o de un perjuicio) de un agente del mercado a otro en

ausencia de una transacción económica entre ambos. La generación de conocimiento y tecnologías fruto de la I+D+i suele tener aplicación en diversas actividades de diseño y producción de bienes y servicios. La facilidad con la que este conocimiento se difunde hace que su propiedad sea difícil de controlar y mantener.<sup>9</sup> El carácter no exclusivo (es difícil excluir a otros del uso del bien) ni rival del conocimiento (puede ser utilizado a la vez por muchos) es la causa, en última instancia, de estas externalidades positivas tan incontrolables y le dan un carácter de bien público.<sup>10</sup> La teoría económica (Tirole, 1988) predice que en presencia de importantes externalidades los mercados se muestran incapaces de realizar la mejor asignación de recursos desde el punto de vista social, ya que los agentes son incapaces de establecer entre ellos, de forma descentralizada, mecanismos apropiados de compensación. En presencia de externalidades positivas, como es este caso, el mercado tiende a suministrar por debajo de ese valor óptimo, al carecer los agentes del mercado del adecuado incentivo. Este segundo argumento también puede aplicarse a la Seguridad y la Defensa, pues, en raras ocasiones, los resultados de la innovación serán aprovechados en su totalidad por el innovador.

Este fallo de los mercados para asignar de forma óptima los recursos a la innovación hace recomendable una intervención estatal para remediarlo, que se basa esencialmente en crear incentivos, de forma que la sociedad recoja posteriormente el beneficio neto positivo de una mayor actividad innovadora. El hecho de que el Estado tiene más capacidad para asumir riesgos cuando la empresa se muestra reticente a ellos, permite financiar la innovación, que de por sí tiene siempre un componente de riesgo. Esta

<sup>9</sup> Así, por ejemplo, los empleados cambian de empresas; los nuevos descubrimientos se presentan en conferencias y congresos; las empresas pueden hacer ingeniería inversa de un producto, o los derechos de propiedad industrial pueden ser insuficientes para proteger el conocimiento adquirido.

<sup>10</sup> Hay que decir, no obstante, que el coste de absorción de la tecnología o del conocimiento por una empresa puede no ser despreciable.

intervención estatal se traduce en un mayor dinamismo empresarial, cuyo coste neto es inferior, al compensarse los proyectos no viables con los proyectos con éxito; y en última instancia se amortizará como consecuencia de la difusión de la innovación y el cambio tecnológico en el resto de la economía, como, por ejemplo, mejoras en la productividad, competitividad y generación de negocio de las empresas.

Existen diferentes alternativas para fomentar esta actividad, como, por ejemplo, la concesión de premios y de derechos monopolistas temporales sobre la explotación (patentes), la financiación parcial, la concesión de préstamos a un bajo interés, las desgravaciones fiscales o la financiación total cuando la Administración contrata a la empresa la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (Tirole, 1988).

## **MÉTODO DE FINANCIACIÓN**

Cada uno de estos métodos citados tiene sus propias ventajas y desventajas, siendo el último método el que mejor se adapta a las necesidades de la Seguridad y la Defensa. La Administración encarga al sector empresarial actividades con contenido innovador, pero lo hace sobre un objetivo final específico y concreto para obtener un bien determinado en base a unos requisitos establecidos por las Fuerzas Armadas o las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, como pudiera ser el caso de un carro o un avión de combate, un nuevo buque logístico o un sistema de protección de fronteras. La ventaja de este método radica en que permite focalizar la innovación en la resolución de una necesidad específica, cuyos progresos pueden ser estrechamente supervisados y controlados por la Administración. De esta forma se evitan innovaciones consideradas de poco valor, que supongan un gasto excesivo y que la sociedad podría ver como poco eficaces.

En este caso la Administración contrata, mediante la correspondiente licitación pública, un servicio de investigación y desarrollo, cuyo resultado final debe ser un producto que cumpla los requisitos establecidos. Las prestaciones exigidas al producto, junto con el presupuesto asignado, determinan el nivel de ambición de esta actividad y el progreso técnico que se desea alcanzar. Lo que la empresa ofrece fundamentalmente es su capacidad de investigar y desarrollar ese producto, ofreciendo un camino de innovación viable junto con su mejor juicio para alcanzar el resultado deseado, labor que no se inicia hasta haberse firmado el correspondiente contrato.

Esta forma de proceder conlleva también importantes ventajas para la empresa. En primer lugar, al financiar la Administración esta actividad en su totalidad, la empresa asume un riesgo más limitado que cuando investiga por su cuenta. En segundo lugar, la empresa cuenta con ingresos estables durante la fase de investigación y desarrollo y no necesita solicitar préstamos al sector financiero para esta actividad, siempre difíciles de obtener cuando los resultados no son los esperados, y que al final tendrá que devolver.<sup>11</sup> En tercer lugar, si el proyecto termina con éxito, la empresa dispone de una ventaja absoluta frente a otros competidores para la fase de producción del sistema sobre la que obtendrá un determinado beneficio por cada unidad producida.<sup>12</sup> En cuarto lugar, la empresa incrementa

---

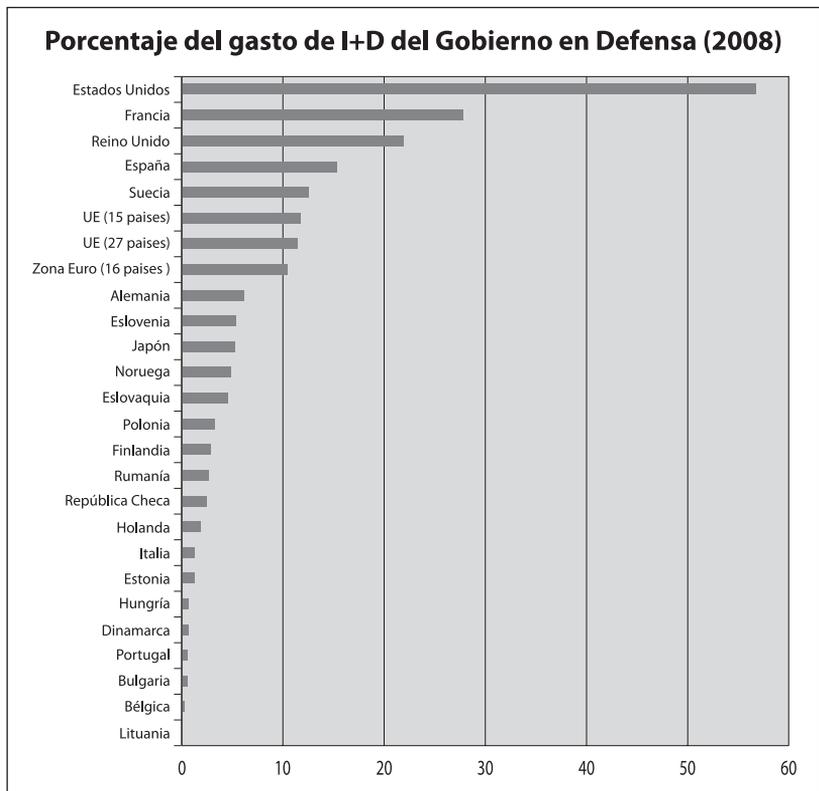
<sup>11</sup> La estabilidad de los ingresos para realizar I+D no siempre se puede garantizar en su totalidad. La Administración prefiere disponer de cierta flexibilidad para ajustar su presupuesto a las necesidades cambiantes de la sociedad, por lo que los contratos plurianuales de larga duración no son frecuentes. Esto hace que la firma de contratos para reanudar la I+D esté sujeta a discontinuidades con un efecto adverso sobre esta actividad.

<sup>12</sup> Este es un incentivo para que la empresa invierta fondos propios en innovación para, de esta forma, obtener los beneficios económicos de la adjudicación de la fase de producción frente a otros proyectos de investigación y desarrollo competidores. En los EE.UU., la Administración intensifica esta competencia en algunos sistemas de armas importantes financiando más de un proyecto de investigación, como, por ejemplo, el *Joint Strike Fighter* (JSF), y premiando con la producción a aquella empresa cuyo producto presente las mejores prestaciones.

su activo de conocimiento (*learning by doing*) que muchas veces puede aplicar para mejorar su competitividad en otros mercados relacionados.

## VOLUMEN DE FINANCIACIÓN

La inversión en I+D orientada a la seguridad y la defensa constituye un capítulo importante de los presupuestos de investigación del Estado, lo que supone a priori una importante fuente de recursos económicos para la industria, que, bien aprovechados, pueden reforzar considerablemente sus capacidades.



Fuente: Eurostat.

El presupuesto de I+D, no obstante, se distribuye de acuerdo con la importancia del programa, siendo, en general, los programas con mayor presupuesto los relacionados con los sistemas más importantes —plataformas terrestres, navales, aeroespaciales, o sistemas de vigilancia, inteligencia, mando, control, y comunicaciones—, ya que son en general los más críticos para las Fuerzas Armadas y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. Las disponibilidades presupuestarias limitan fuertemente esta actividad, por lo que cualquier proyecto de investigación y desarrollo tiene que ser asumible por la Administración y debe demostrar suficientes méritos para que su utilidad compense con creces la inversión que hay que realizar.

Las disponibilidades presupuestarias de cada proyecto específico marcan el ámbito de la innovación y la posibilidad de integrar nuevas y avanzadas tecnologías. En este contexto cobra todo su sentido la integración de tecnologías y productos ya desarrollados en otros sectores —por ejemplo, las innumerables tecnologías que se han desarrollado en el campo de las telecomunicaciones o en el sector aeroespacial civil—, pues su coste y su riesgo son inferiores, y además estas tecnologías pueden contribuir de forma substancial para aumentar la utilidad final del sistema o equipo.

La financiación de esta actividad en el Ministerio de Defensa se lleva a través de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), siendo la Subdirección de Tecnología e Innovación (SDGTECIN) el órgano técnico que propone, promueve y gestiona los planes y proyectos de investigación y desarrollo (RD 1126/2008). Este órgano evalúa las diferentes propuestas que recibe y, a partir de las disponibilidades presupuestarias, tramita el correspondiente expediente para contratar la ejecución del proyecto. No obstante, los mandos y jefaturas de apoyo logístico de los tres ejércitos, dentro de sus programas de obtención, llevan a cabo algunas actividades de desarrollo e innovación.

El Ministerio de Industria desempeña también un papel destacado, al adelantar fondos a las empresas para el desarrollo de los más importantes sistemas de armas de las Fuerzas Armadas. Estos préstamos se amortizan posteriormente con los pagos que realiza el Ministerio de Defensa conforme recibe el armamento.

La financiación con cargo a otros programas nacionales de investigación, como los que lleva a cabo el Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), es más esporádica y solo se da cuando el programa tiene importantes connotaciones civiles. Sí es más frecuente la financiación de programas relacionados con la seguridad. En estos proyectos la iniciativa procede de la industria, si bien esta suele buscar el apoyo del posible beneficiario del proyecto dentro de los respectivos Ministerios. Sin embargo, en estos casos la intensidad de la ayuda no suele alcanzar la totalidad del proyecto.

En la siguiente tabla figuran las partidas presupuestarias destinadas a la I+D en el sector de defensa para el año 2010 y 2011 en millones de euros.

	<b>Año 2010</b>	<b>Año 2011</b>
Operaciones no financieras (caps. 1 a 7) - 464A	231,39	203,90
Operaciones financieras (caps. 8 y 9) - 464B	951,24	770,71
<b>Total</b>	<b>1.182,63</b>	<b>974,61</b>

Fuente: Presupuestos del Estado (millones de euros).

Conviene observar que la partida 464A refleja los gastos del Ministerio en su totalidad, de los cuales solo un porcentaje se dedica a la financiación de proyectos empresariales (aproximadamente un 56,66 % en 2011).

El Ministerio del Interior dispone del programa 464C dedicado a investigación y estudios en materia de seguridad pública, dotado con 1,25 millones de euros, una cifra comparativamente inferior. La Dirección General de Infraestructuras y Material de la Seguridad creó en 2008 un

Grupo de Investigación e Innovación en materia de Seguridad. Hay que decir, no obstante, que una parte importante de la innovación se financia a través de las inversiones asociadas al funcionamiento operativo de los servicios, como el programa de protección de fronteras, los documentos electrónicos de identidad o los sistemas de inteligencia.

La Agencia Europea de Defensa promueve y coordina la puesta en marcha de proyectos de investigación y tecnología de colaboración entre las naciones miembro de esta organización. Estos proyectos son financiados por las naciones que intervienen en los mismos, contemplándose además la posibilidad de que las entidades no gubernamentales (industria, universidad, centros de investigación, etc.) participen con una financiación complementaria. Por otro lado, la Agencia destina una parte de su presupuesto a la realización de estudios y proyectos en apoyo a otras actividades que para el año 2011 tiene una asignación de 8,5 millones de euros. Estos estudios y proyectos se anuncian en su página web y puede participar cualquier entidad. Otras Agencias como Frontex, Europol o ENISA, relacionadas con la seguridad, también realizan algunas inversiones de carácter innovador, si bien hay que decir que sus presupuestos no son muy grandes.

Por último, el Programa Marco de investigación de la Unión Europea proporciona fondos para actividades de investigación, desarrollo e innovación, existiendo un programa específico de seguridad de carácter civil, aunque muy próximo en tecnologías y productos al de defensa. Su presupuesto es de 1,400 millones de euros para el periodo 2007-2013. Hay que decir también que el programa marco financia proyectos en áreas cuyas tecnologías tienen con frecuencia aplicación en el campo de la defensa.



## **BARRERAS PARA INNOVAR EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

A pesar de que el Estado promueve la innovación en seguridad y defensa, las empresas deben disponer de ciertos recursos propios para realizar esta actividad, pues como hemos visto la adjudicación se realiza en base a las expectativas de éxito, que en gran medida dependen de las capacidades para realizar actividades de investigación desarrollo e innovación y del stock de conocimiento acumulado por la empresa. Carecer de estos recursos puede ser una barrera importante para aquellas empresas que deseen recibir una parte de esos fondos y limitar así las oportunidades de beneficiarse de los mismos.

En primer lugar, la empresa necesita personal altamente cualificado para esta labor, como ingenieros de sistemas e ingenieros expertos en determinadas áreas técnicas, por ejemplo, investigación de operaciones, aeronáutica, comunicaciones, propulsión, etc. Su personal debe tener amplios conocimientos del problema, así como de la tecnología y del estado del arte, que le permita identificar potenciales oportunidades de innovación y delinear caminos razonables para su consecución. Aunque este conocimiento se encuentra codificado en documentos científicos y técnicos, una gran parte reside en las personas, no siendo siempre fácil formalizar o codificar este conocimiento empírico. Por ello, disponer de personal técnicamente bien

cualificado y cuya actitud innovadora esté debidamente incentivada, es un requisito imprescindible para tener éxito. En ciertos casos, esta actividad puede demandar la formación del personal en determinadas áreas específicas para poder abordar los trabajos previstos.

En segundo lugar, la empresa precisa de capacidades de diseño, desarrollo, pruebas e integración para obtener los diferentes elementos de un nuevo sistema o servicio. Esto requiere personal con los conocimientos necesarios, así como aparatos especializados, como, por ejemplo, herramientas de diseño asistido por ordenador, máquinas de control numérico u otros equipos para la fabricación rápida de prototipos. Estas herramientas pueden ser especialmente costosas para producir ciertos componentes cuando tienen unas exigencias de calidad elevadas, como en el caso de algunos componentes mecánicos o electrónicos. Estas inversiones son difíciles de amortizar si no tienen aplicación en otras áreas de negocio de la empresa.

Los equipos de prueba son otro elemento esencial para medir y verificar las prestaciones del sistema y la validez del diseño, como, por ejemplo, túneles de viento para ensayo de diversos perfiles aeronáuticos o equipos de telemetría. Las pruebas medioambientales son especialmente estrictas en el ámbito de la seguridad y la defensa y precisan de bancos de prueba específicos para determinar que el sistema funcionará bajo condiciones de operación extremadamente adversas. Estas pruebas pueden incluso destruir o dañar el prototipo. La sofisticación de estos equipos hace que su coste sea con frecuencia elevado. En ciertos casos, las pruebas pueden requerir campos de maniobra y operación para hacer ensayos reales del equipo o sistema. Estos son generalmente facilitados por las Fuerzas Armadas, aunque se requiere una logística de apoyo no exenta de gastos.

La salud o capacidad financiera de la empresa es otro factor que puede ser clave en este ámbito cuando los proyectos tienen un largo plazo de maduración. Para la Admi-

nistración es importante tener la garantía de que la empresa no atravesará por dificultades financieras durante la fase de investigación y desarrollo hasta el punto de comprometer el resultado de esta actividad y, en último caso, el suministro del producto.

Por último, la empresa debe demostrar capacidades organizativas adecuadas para gestionar todo el proyecto de innovación desde la formación de equipos internos multidisciplinarios a la gestión de subcontratistas y proveedores, sin olvidar los procedimientos y metodologías clásicas de gestión de proyectos. En este sentido, el tejido industrial puede ser una limitación importante a la que tienen que hacer frente las empresas que quieren presentar propuestas con contenido innovador, ya que éstas no encuentran con facilidad proveedores y suministradores con capacidad de innovar y proporcionar partes del sistema con la calidad exigida por defensa. En estos casos, es necesario acudir a colaboradores extranjeros, lo que hace necesario una buena red de relaciones con suministradores externos.

En general, las empresas de mayor tamaño y con mayores capacidades productivas están mejor preparadas para superar estas barreras, por lo que ostentan una cierta ventaja frente a empresas de menor dimensión y medios.

## **EL PROBLEMA DE LAS PYMES**

Todas estas barreras pueden llegar a ser disuasorias para muchas empresas de pequeño y mediano tamaño con ideas innovadoras en esta materia que desean acceder a estos fondos, lo que de alguna forma constituye un factor de discriminación. Este hecho explica el limitado papel que estas empresas desempeñan en la innovación en seguridad y defensa. Aunque estas empresas pueden ser especialmente ágiles y creativas en las fases iniciales de la investigación, sus opciones disminuyen para atender la fase

de desarrollo y de producción donde las empresas de mayor tamaño suelen disfrutar de ventajas comparativas (EDA, 2009).<sup>13</sup>

El camino de estas empresas para obtener algunos fondos directamente de la Administración es difícil, aunque hay algunos programas, como el COINCIDENTE, más orientados a estas empresas. Por ello es más frecuente su participación como miembro de un consorcio o como subcontratistas de un proyecto de investigación de gran envergadura liderado por una gran empresa. En estos casos las pymes necesitan invertir recursos en marketing para que los contratistas principales conozcan sus capacidades, pues estos no siempre anuncian públicamente sus licitaciones.

La subcontratación de I+D a las pymes por parte de las grandes empresas está condicionada por diversos factores (EDA, 2009). En primer lugar, la empresa puede preferir hacer I+D internamente al considerar que éste es un elemento específico y clave de su negocio. En segundo lugar, la empresa solo subcontratará esta actividad si con ello obtiene un beneficio superior a su realización interna, lo cual solo ocurre cuando la pyme puede ser más eficiente en calidad y coste, algo que no siempre es factible. En tercer lugar, aunque la Administración suele ver con buenos ojos la participación de estas empresas, no existen actualmente en los contratos de I+D+i cuotas de participación de pymes. En cuarto lugar, el contratista principal dispone de un poder de compra (monopsonio) importante, lo que le facilita fijar las condiciones del contrato y obtener de las pymes concesiones en el precio (solo cuando no existen suministradores alternativos la empresa puede negociar unas condiciones más favorables). Por último, la apropiación sobre los resultados de la innovación puede ser inferior: el contratista principal

---

<sup>13</sup> Por ejemplo, el Ministerio de Defensa puede estar preocupado porque la compañía pueda no existir para mantener o actualizar el equipo durante su vida útil.

puede ser el único comprador y además puede tener un acceso elevado al conocimiento que ha generado la innovación. Este entorno crea un ambiente de incertidumbre para las pymes, que puede limitar los atractivos que ofrece la innovación en este sector.





## **LOS RIESGOS DE LA INNOVACIÓN**

Las actividades relacionadas con la innovación, incluidas las de seguridad y defensa, están sujetas a tres clases principales de riesgos: técnicos, económicos y de plazo. Estos tres tipos de riesgos, además de influir en la propia actividad, influyen en la posición competitiva de la empresa en el largo plazo, pues pueden dar lugar a un producto caro y de limitadas prestaciones, de escasa utilidad y con pocas posibilidades de comercialización. La materialización de estos riesgos puede suponer una fuente de retrasos y sobrecostos y ser la causa de que un equipo o sistema nunca entre en su fase de producción, con el consiguiente dispendio social y pérdida de beneficios para la empresa.

Los riesgos técnicos están fundamentalmente asociados con la consecución de las prestaciones del sistema, como, por ejemplo, la precisión de un misil o la capacidad de detección de una patera con inmigrantes ilegales. El carácter innovador implica superar las prestaciones actuales a partir de tecnologías más avanzadas o emergentes. En este proceso la incertidumbre de las nuevas tecnologías y su integración en el producto final hace que las arquitecturas y diseños inicialmente delineados no sean con frecuencia los apropiados y no alcancen en los ensayos los valores deseados, lo que requiere añadir, modificar o sustituir componentes y tecnologías, y realizar nuevas pruebas. Este ciclo se puede repetir varias veces, pero cuando su número es ele-

vado puede acabar por comprometer los recursos y los medios puestos a disposición de esta actividad, así como dilatar la duración del proyecto. Esta es una de las razones por las que algunos proyectos de investigación y desarrollo, incluso con una clara visión de las necesidades y las opciones de diseño, no finalizan con éxito.

Especialmente ardua es la gestión de la complejidad intrínseca de estos programas, caracterizados a menudo por sistemas que contienen un elevado número de subsistemas y componentes hechos especialmente a medida, como, por ejemplo, un motor de avión que tiene 22.000 piezas (Hobday, 1998). La explosión combinatoria de evaluar todas las opciones de diseño a partir de los posibles componentes requiere una poda importante del árbol de exploración, que debe hacerse con especial cuidado para evitar abandonar caminos prometedores, así como persistir en callejones sin salida que en última instancia no contribuyan a mejorar el valor del producto final (una táctica similar a la que utilizan los buenos jugadores de ajedrez).

Presumiblemente, cuanto mayor es el número de componentes y subsistemas hechos a medida, más dificultades se presentan a la hora de tomar decisiones válidas sobre la arquitectura del sistema. Esto es debido a que los cambios en el diseño de estos componentes pueden tener amplias repercusiones sobre el resto del sistema, motivado por sus efectos colaterales e impredecibles sobre su comportamiento.<sup>14</sup> Los mecanismos de realimentación de los usuarios y otros actores involucrados en el proyecto son en estos casos un elemento clave del proceso de coordinación, aparte de las clásicas tareas de planificación, gestión de riesgos y control de cambios. Esta capacidad de coordinación proporciona una ventaja competitiva a aquellas empresas

---

<sup>14</sup> Las técnicas de diseño modular buscan precisamente minimizar estos efectos mediante la división del sistema en módulos menos complejos que guardan un débil acoplamiento entre ellos. Sobre los métodos de ingeniería usados se puede consultar DAU (2001).

que demuestren una mayor habilidad para aplicar estos mecanismos en beneficio del proyecto.

No menos riesgos tiene la industrialización del nuevo producto. Para ello es necesario desarrollar métodos de producción cuyo coste sea asumible por el comprador, es decir, la Administración. Esto a menudo plantea encontrar un adecuado equilibrio entre costes y prestaciones, en el que sacrificios en uno u otro sentido aumenten el valor final del producto. De nuevo se pueden precisar considerables rediseños, cambios de ingeniería, refinamientos del producto e innovaciones de proceso hasta encontrar un método razonablemente barato.

Otros factores que añaden complejidad al proceso incluyen el cumplimiento de determinadas normas, como, por ejemplo, estándares sobre interfaces para garantizar la interoperabilidad entre ejércitos, normas de seguridad de uso o condiciones medioambientales de operación del sistema (temperaturas, vibraciones, etc.). El éxito del sistema puede también quedar comprometido cuando se precisan cambios doctrinales u organizativos para usarlo de forma óptima. En estos casos es necesario desarrollar nuevos conceptos operativos y experimentar con el nuevo sistema hasta encontrar la forma de uso más efectiva, lo que en terminología OTAN se conoce como Concept Development and Experimentation (CD&E).

La necesidad de fijar con anterioridad el camino de innovación (y las complejas tareas tecnológicas asociadas) y plasmarlo en un contrato puede introducir importantes rigideces en este proceso de innovación, que pueden convertirse en una fuente de ineficiencia cuando se perciba la necesidad de reasignar recursos de forma flexible como consecuencia del cambio en el camino de la innovación, que tienen que ser acordados por las partes involucradas sin la ayuda del mecanismo del mercado. Esta coordinación para reasignar recursos tiende a crecer cuanto mayor sea la complejidad y el número de participantes en el proyecto y puede acabar teniendo un efecto negativo en la

calidad del producto final o retardos en la ejecución. Esto requiere combinar una planificación rígida con medidas que aporten una cierta flexibilidad para afrontar situaciones imprevistas.

Gestionar esta complejidad requiere la utilización de un conjunto de buenas prácticas en la gestión de programas, que las empresas deben dominar para reducir riesgos y maximizar la posibilidad de éxito. Existe un amplio número de normas y buenas prácticas, que en algunos casos son de obligado cumplimiento, tanto en el ámbito civil (por ejemplo, la norma ISO 15288 System Life Cycle Process) como en el ámbito militar (por ejemplo, el conjunto de normas DoD 5000 Defense Acquisition System). Estas prácticas incluyen métodos para gestionar el riesgo y el cambio, y así evitar (o al menos controlar) la anteriormente mencionada explosión combinatoria, garantizando con ello una eficiencia mínima del proceso innovador. No obstante, hay que ser consciente de que las normas no son la panacea y que tan solo ayudan a reducir y mitigar el riesgo, quedando siempre un componente residual que es materialmente imposible de eliminar.

La consecuencia de todas estas dificultades es que la duración o el coste del proceso se hagan excesivos, con lo que el éxito de todo el proceso de innovación quede comprometido. Como hemos visto, el proceso de gestación de un nuevo sistema tiene un ritmo que no se puede artificialmente acortar en exceso (Freeman, 1986, 123), mientras que por otra parte la competencia internacional hace que la ventana de oportunidad de la innovación sea limitada y pueda perderse si las empresas de otras naciones toman la delantera y consiguen un producto mejor con un coste menor. Aunque las fronteras nacionales constituyen a veces una protección eficaz, estas barreras no siempre son suficientes para aislar la posible competencia exterior. Por lo tanto, la identificación temprana de la oportunidad puede ser un paso clave para poder ofrecer un producto atractivo al usuario.

Esta lenta maduración de los sistemas de seguridad y defensa (que para los grandes proyectos puede fácilmente superar una década) hace que los beneficios de la fase futura de producción tarden en llegar. Una vez terminado con éxito el desarrollo del proyecto, existe un periodo de tiempo (conocido popularmente como “el valle de la muerte”) hasta que se lanza el contrato de producción donde se conocerá el número de unidades que hay que producir. Ambos elementos suponen otro factor de incertidumbre que hay que tener en cuenta. No es infrecuente en las primeras fases sobredimensionar el número de unidades que se deben adquirir, que posteriormente, debido a restricciones presupuestarias (motivadas por el incremento de costes sobre el valor inicialmente estimado, o simplemente por otras prioridades como reducción del déficit o aumento de los gastos sociales), disminuyen considerablemente, del mismo modo que se dilata en el tiempo la contratación del suministro. Por otra parte, el precio del producto final se fija en base a los costes de producción, sobre el que se permite añadir un determinado margen comercial, cuando el suministrador es único, aunque con frecuencia el valor está sometido a auditorías de costes. Esto significa que los beneficios esperados de la innovación no están completamente asegurados ni pueden tener un valor excesivamente alto, por lo que deben ser cuidadosamente analizados cuando la empresa invierte en esta área y ni las tecnologías ni los productos finales ofrecen grandes perspectivas de ser explotados con éxito en otros sectores de la economía. Esta incertidumbre se extiende también a las ventas internacionales de este tipo de material, que pueden estar sujetas a diversos avatares como se comentará más adelante.

Por último, el ciclo de vida del material de seguridad y defensa, es decir, el periodo que va desde su concepción hasta su retirada del servicio, se caracteriza por su larga duración que, en el caso de algunas plataformas, alcanza o supera los cuarenta años. La renovación de este material por

tanto es lenta y de carácter cíclico e inestable, en la que se suceden épocas de grandes banquetes (vacas gordas) y otras de grandes hambrunas (vacas flacas). Este carácter puntual, no repetitivo, de la actividad innovadora obliga a las empresas a un mayor dinamismo en la creación y gestión de equipos de proyecto y asignación de recursos a los mismos, pues se corre el peligro de crear una excesiva infraestructura para esta actividad que carezca de un número suficiente de proyectos para amortizarla.<sup>15</sup>

En resumen, uno de los riesgos más importantes de la innovación en seguridad y defensa es que los proyectos pueden no alcanzar el éxito deseado, algo que puede ser más probable cuando las estimaciones y previsiones no han tenido en cuenta las dificultades intrínsecas de esta tarea. Debido a que las actividades de innovación se caracterizan por que una parte importante de los costes incurridos son irrecuperables para la empresa, debido a su especificidad, la empresa (así como la propia sociedad) puede encontrarse con que los beneficios esperados se desvanecen y que la reutilización de alguno de los resultados parciales en otros proyectos y áreas de negocio puede ser bastante escasa.

---

<sup>15</sup> En algunos casos, las actualizaciones de media vida pueden paliar ese carácter tan puntual.

# 8

## **LA CONTRATACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Los contratos de I+D suelen establecer como entrega final un diseño o un prototipo del sistema en diferentes grados de materialización, como, por ejemplo, una maqueta, un prototipo de laboratorio o un prototipo para su evaluación y ensayo en un entorno real. Sin embargo, en otras ocasiones la actividad innovadora se centra en la mejora los procesos y actividades asociados a las misiones y cometidos de la seguridad y la defensa, como, por ejemplo, el desarrollo y la experimentación de nuevos conceptos operativos. En este entorno, los aspectos sociales y técnicos pueden ser tan complejos como para requerir la formación de equipos especializados en los que participan las empresas para analizar y evaluar el concepto que parece más efectivo (CD&E). De esta forma se puede identificar con más garantía los requisitos de los sistemas y medios que precisa el nuevo concepto. Otros contratos previos pueden consistir en la elaboración de documentos en los que se analiza la viabilidad del sistema a partir de diversos estudios de ingeniería, que pueden estar contrastados con datos reales y cuyo resultado final es un diseño sobre papel del sistema.

### **LA FASE PREVIA A LA CONTRATACIÓN: ELABORACIÓN DE REQUISITOS Y PREPARACIÓN DE OFERTAS**

La identificación de una necesidad operativa y la conveniencia de desarrollar un producto para cubrirla abre las puertas a la

financiación de proyectos de carácter innovador. Pero, para ello el Ministerio debe traducir la necesidad en un conjunto de requisitos técnicos que se puedan implementar, así como reservar fondos suficientes del presupuesto para esta actividad en base a una estimación del coste del proyecto. En ambos casos el Ministerio se encuentra con carencias de información que las empresas pueden resolver, pues poseen un conocimiento mayor. Las consultas y el diálogo continuo con la industria permiten determinar a través de sucesivas aproximaciones el alcance del proyecto con suficiente exactitud. Esta colaboración es importante, pues posibilita la presentación de una memoria del proyecto en el Ministerio y su aprobación, lo que permite la iniciación del correspondiente expediente de contratación. Este paso es crítico, dado que suele existir un amplio número de proyectos candidatos y que los limitados recursos existentes hacen que la competencia entre ellos sea bastante elevada, pues no todos serán financiados: solo aquellos proyectos que reúnan los mayores méritos serán los elegidos. Durante esta fase las empresas pueden aprovechar las oportunidades que se les ofrecen para aumentar sus probabilidades de éxito antes de la publicación oficial del concurso. Así, a través de propuestas no solicitadas y otras actividades de marketing las empresas pueden convencer de la bondad de un programa o proyecto de I+D. Las empresas deben ser conscientes, en estos casos, que los beneficios esperados del programa deben ser comprendidos por la cadena de toma de decisión del Ministerio, la cual puede ser particularmente larga, de forma que se disponga de argumentos suficientes para que el proyecto de la empresa sea elegido. Esta forma de actuación tiende a lentificar el proceso de contratación y puede suponer un importante sobrecoste que las empresas deben considerar.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Uno de los problemas que las empresas pueden encontrar es el de proteger durante esta fase su innovación y su propiedad intelectual, para evitar que estas ideas innovadoras sean ofrecidas a posibles rivales o simplemente se integren en los propios pliegos de prescripciones técnicas. La empresa debe asegurar por lo tanto la debida confidencialidad de su conocimiento y tomar las medidas que sean necesarias para ello.

La propia definición de requisitos es una actividad intrincada, que con frecuencia es incapaz de eliminar su carácter ambiguo, contradictorio, incoherente o incompleto. A menudo las especificaciones, en vez de orientarse hacia prestaciones y funcionalidades que precisa la misión y que dejan mayor libertad al diseñador y le permiten un mejor diseño, se basan en especificaciones de producto a partir de diversas fuentes (como, por ejemplo, otros sistemas existentes en el mercado), en las que suele existir una cierta tendencia a una especificación excesiva. La empresa, por lo tanto, puede tener dificultades para encontrar el camino óptimo de la innovación al limitarse de forma artificial el posible número de opciones y alternativas. El escenario menos deseable es aquel en que la empresa se enfrenta a rigideces que, en última instancia, se revelan como excesivas e innecesarias para el uso esperado del sistema durante la misión. Las recomendaciones de las empresas en este ámbito pueden ser especialmente útiles al facilitar la elaboración de unos requisitos ajustados a las necesidades y en todo caso implementables.

Estimar el valor económico del proyecto es complicado para la Administración, pues al contrario que la empresa no tiene un conocimiento tan preciso sobre plazos, prestaciones y costes. La colaboración de la empresa puede ser aquí también esencial para fijar el valor de la contraprestación asociada a la innovación. Estas razones explican por qué la Administración negocia con las empresas estos contratos, acordando de manera conjunta prestaciones finales y coste de la innovación, buscando así una solución que se considere eficiente para ambas partes. La ley de Contratos del Sector Público (30/2007) permite fórmulas como el procedimiento negociado o el diálogo competitivo, que pueden ser más flexibles a la hora de realizar esta negociación, siendo el procedimiento negociado el que se usa con más frecuencia. El diálogo competitivo tiene sentido cuando la Administración encuentra objetivamente im-

posible definir los medios para satisfacer su necesidad o evaluar lo que el mercado puede ofrecer en forma de soluciones técnicas, financieras o legales, por lo que el uso de este método tiene un carácter más excepcional. A pesar de las posibilidades que ofrece esta forma de contratación, no se ha materializado todavía en un proyecto concreto de innovación.

El análisis, y en su caso la negociación, por parte de la empresa de los requisitos es un aspecto relevante dado el impacto que algunos tienen sobre el coste final. El riesgo que pueden correr las empresas en estos casos es el de infravalorar la complejidad que entraña el desarrollo de un nuevo producto, riesgo que puede ser más elevado de lo que parece. Las empresas que habitualmente trabajan para estos ministerios gozan en este sentido de cierta ventaja, ya que la experiencia de proyectos anteriores les dota de un conocimiento tácito que les permite tener una visión más clara de los objetivos de las Fuerzas Armadas, así como de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, y un entendimiento más detallado de las diferentes partes del problema y de sus interrelaciones, facilitándoles una selección más fiable de las tecnologías que habrá que utilizar y del camino que es necesario seguir para obtener el producto deseado. Todo ello les permite, además, una estimación más precisa del coste del proyecto.

La menor sensibilidad a los costes cuando se trata de una importante necesidad en el campo de la seguridad y la defensa da a la empresa en principio una posición ventajosa, pues le permite proponer ambiciosos proyectos de innovación que pueden aportarle importantes ventajas competitivas. Además, si el número de ofertantes es limitado, la empresa tiene una menor necesidad de hacer concesiones sobre el precio final. Sin embargo, esta cómoda posición puede ser más aparente que real. Los ministerios son clientes inteligentes y sofisticados que disponen cuando lo necesitan del adecuado asesoramiento técnico (bien

interno o externo).<sup>17</sup> Además, los ministerios tienen una considerable capacidad de negociación al ser conscientes que la adjudicación facilitará a la empresa contratos de larga duración para la producción, soporte y futuras modernizaciones del sistema. Por otra parte, la existencia de pocos rivales no es garantía de baja competencia, pues los beneficios futuros de la fase de producción pueden ser un incentivo para una competencia especialmente intensa. La presencia de otras ofertas es una importante vara de medir para rechazar propuestas que se revelen poco competitivas. En estos casos, no resulta fácil a las empresas hacer un adecuado balance entre riesgos y beneficios futuros al presentar sus propuestas, si se tiene en cuenta la propia incertidumbre de la actividad de innovación.

## **LA ADJUDICACIÓN DE LOS CONTRATOS DE I+D**

Fijados los pliegos que regirán el contrato de I+D, el Ministerio deberá evaluar las ofertas y estimar la que sea más ventajosa. No es infrecuente que algunos de los contratos sigan el procedimiento negociado sin publicación del anuncio de licitación, es decir, solo las empresas que invita el Ministerio pueden presentar ofertas. Esto requiere que las capacidades de las empresas en el campo de la innovación sean bien conocidas por el Ministerio, lo que precisa de una cierta labor de marketing.

Ser adjudicatario requiere la presentación de propuestas impecables en las que se resalten las principales ventajas y la utilidad operativa del sistema frente a las propuestas alternativas que ofrezcan rivales y competidores. Además es necesario demostrar la viabilidad del proceso de innovación con un plan de trabajo sólido y creíble, en el que sea fácil para la Administración evaluar el progreso, plan que deberá ir acompañado de una estimación de los cos-

<sup>17</sup> En el caso del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) de la SDGTECIN.

tes y riesgos para evitar valoraciones incorrectas que sean fuente de problemas durante la ejecución del proyecto.<sup>18</sup> Preparar estas ofertas puede suponer un coste no desdeñable, y con frecuencia irrecuperable, para las empresas, cuyo valor crece con la complejidad del proyecto. Durante este periodo y por motivos de igualdad de oportunidades el diálogo entre la empresa y la Administración en concursos abiertos suele estar bastante restringido, por lo que el apoyo que precisan las empresas para preparar sus propuestas puede no ser tan completo como el deseado.

La preparación de propuestas es, por lo tanto, una capacidad primordial que deben tener las empresas que aspiran a recibir fondos para actividades relacionadas con la innovación. Esto supone habilidad y destreza para presentar ofertas atractivas con un presupuesto razonable, así como preparar toda la extensa documentación administrativa que acompaña a la oferta<sup>19</sup> en un plazo de tiempo relativamente breve, que muchas veces no supera los dos meses. La empresa necesita disponer, por lo tanto, de un equipo especializado en esta actividad que, aunque es relativamente fácil de tener en las grandes empresas, puede suponer una dificultad añadida para las medianas y pequeñas, que pueden precisar el apoyo de empresas expertas en la redacción de este tipo de documentos.

La reputación de la empresa, es decir, su buen hacer en proyectos anteriores de contenido innovador tiene aquí un peso particularmente alto. La dificultad de observar y verificar la calidad del trabajo hace que la Administración confíe más en aquellas empresas que han demostrado en el pasado una trayectoria de éxito, siendo esta una de las mejores credenciales para ser beneficiario de estos fon-

---

<sup>18</sup> Esto puede dar lugar, por ejemplo, a proyectos inacabados por falta de fondos, los cuales exigen largas negociaciones hasta obtener nuevos recursos y continuar el proyecto, y puede ocasionar la pérdida de masa crítica del equipo del proyecto que a veces puede ser irremediable. Sobre la dificultad de estimar plazos y costes, ver Marshall & Meckling (1962).

<sup>19</sup> En Francia, el programa RAPID (*Régime d'appui aux PME pour l'innovation duale*) prevé procedimientos abreviados de contratación.

dos. Este hecho suele favorecer a las empresas que llevan más tiempo trabajando en el sector.

El proceso de selección está bastante burocratizado para garantizar su objetividad. Para los proyectos más complejos requiere la creación de un equipo evaluador formado por personas con conocimientos en diferentes áreas. La evaluación no resulta sencilla pues, por una parte, las ofertas suelen ofrecer soluciones muy diferentes cuya comparación no resulta sencilla; y, por otra, por la propia incertidumbre del proceso de innovación (se compete por proporcionar un producto que no existe y que no se puede evaluar físicamente). Los criterios de adjudicación desempeñan un papel esencial para determinar la propuesta de mayor mérito, lo que hace necesario que durante la preparación de ofertas las empresas realicen un cuidadoso análisis de estos criterios para conseguir la máxima valoración. Estos criterios suelen combinar la calidad de la oferta (diseño) con el coste, con el objeto de adjudicar la que ofrezca el mejor valor por un precio equitativo, y no se guían como en otros concursos por criterios puramente económicos (la oferta más baja). En general, el precio de la prestación de servicio se establece en base a los costes directos del proyecto, al que se le permite añadir como costes indirectos una fracción de los gastos generales de la organización cuyo consumo es imputable al proyecto, así como una cantidad en concepto de margen comercial. Un factor intangible pero importante en este tipo de proyectos, caracterizados por la incertidumbre, es demostrar en la oferta la viabilidad del proyecto más allá de la duda razonable debido a la natural aversión al riesgo que suele caracterizar a la Administración.

El número de empresas que pueden licitar es con frecuencia bajo, pues los requisitos de solvencia en muchos casos los cumplen solo unas pocas. No obstante, basta con que haya dos empresas para que la licitación sea muy reñida, pues por una parte los contratos son pocos, grandes en valor y plurianuales, y por otra el premio es elevado al

recibir la empresa fondos para hacer investigación y desarrollo, que pueden dar ventajas competitivas para optar a la fase de producción, e incluso a la de exportación. Bien es cierto que, en algunos casos, como ya se ha comentado, puede ser más interesante para las empresas (¡y para la Administración!) formar consorcios y uniones temporales de empresas para acumular suficientes capacidades industriales y afrontar el proyecto con solvencia, en vez de competir entre ellas.

## **EJECUCIÓN DEL CONTRATO**

La Administración suele tener un papel bastante relevante durante la ejecución de contratos con contenido innovador, existiendo una fuerte interacción entre la oficina del programa y la empresa. Esta estrecha colaboración es necesaria para garantizar el éxito del proyecto. Las incertidumbres que rodean los procesos de innovación hacen que con frecuencia surjan eventualidades que requieren tomar decisiones para elegir la mejor senda de innovación, por lo que ambas partes tienen que estar coordinadas para ser eficientes y lograr el mejor sistema posible. Los limitados recursos de personal con los que a veces cuentan las oficinas de programa, o su elevado grado de rotación, dificulta en ocasiones esta necesaria colaboración.

La necesidad por parte de la Administración de verificar la calidad del trabajo y la debida diligencia de la empresa durante la ejecución del proyecto lleva a que la empresa sufra revisiones, inspecciones y auditorías –de tipo técnico o de costes– que le obligan a proporcionar información detallada respecto a los avances y costes incurridos, lo que le puede suponer un esfuerzo administrativo y una sobrecarga adicional. Estas revisiones son necesarias para que la Administración tenga una buena visibilidad y pueda ajustar los pagos al esfuerzo invertido y los objetivos conseguidos. Si estos controles se muestran excesivamente

rígidos, pueden restar flexibilidad e incentivos para economizar y reasignar recursos cuando hay partes del proyecto que se han revelado como carentes de valor en la consecución del objetivo final.

Aunque la financiación de la I+D por parte de la Administración supone una ayuda importante, estos pagos suelen ser con frecuencia dilatados en el tiempo, lo que requiere, en ocasiones, disponer de un soporte financiero temporal en proyectos de presupuesto elevado y larga duración hasta recuperar los gastos incurridos. Este es un coste que las empresas deben tener en cuenta al elaborar sus presupuestos.

Los contratos suelen recoger cláusulas que limitan la libertad de la empresa para subcontratar ciertas actividades. Así, se suele exigir que la selección de las empresas más relevantes de la cadena de suministro se realice mediante un proceso de licitación en el que la Administración se reserva el derecho de aprobar el adjudicatario final. Este inconveniente puede ser más teórico que real, pues rara vez la Administración se opone al adjudicatario que la empresa propone, al tener esta última un mejor conocimiento del riesgo que conlleva la subcontratación y que, en última instancia, podría comprometer el éxito del proyecto. Solo en casos excepcionales podría repercutir sobre acuerdos de colaboración a largo plazo, que generalmente suelen encerrar ventajas para el contratista principal y sus proveedores preferidos.

Dado que los contratos siempre son incompletos y no pueden prever todas las posibles contingencias (que pueden no ser pocas en el campo de la I+D+i), en la práctica es frecuente la necesidad de renegociar y de alcanzar acuerdos cuando surjan nuevos e importantes retos en el camino de la innovación que recomienden abandonar el actual y seguir nuevas rutas. Así, los requisitos cambian con el tiempo conforme el usuario y el diseñador entiendan mejor el sistema y las nuevas implicaciones de sus decisiones sobre el diseño, mientras que la tecnología puede evolucionar con la aparición de nuevos elementos, como, por ejemplo, un or-

denador más potente, un gestor de base de datos más sofisticado o un nuevo tipo de material. Esto puede requerir compromisos por ambas partes para, por un lado, evitar que la empresa incurra en pérdidas y, por otro, para que la Administración se encuentre finalmente con un producto de valor inferior. Aunque la ley fija límites a este proceso de negociación, lo más frecuente es que este sufra modificaciones y ampliaciones, de mayor o menor calado, como consecuencia de estas inevitables contingencias.<sup>20</sup>

La aprobación de las modificaciones y cambios de ingeniería sobre el diseño original permite que la empresa recupere parte de los costes extra incurridos como consecuencia de imprevisiones producidas por la falta de información que padece la mayoría de los proyectos de investigación y desarrollo. Sin embargo, esta financiación extra tiene en general un límite cuando su valor crece en exceso y no se logra obtener un producto que suponga una mejora sustancial de prestaciones a un coste asumible por la Administración. Las empresas, no obstante, pueden disfrutar en estos casos de un trato más benévolo o de una segunda oportunidad, ya que por una parte se encuentran sin rivales y por otra siempre es difícil para la Administración abandonar un proyecto cuando los gastos incurridos son elevados y perder, de esta forma, toda la inversión realizada.

La fijación de un precio máximo en los contratos supone, en muchos casos, un rígido corsé sobre los recursos dedicados a esta actividad caracterizada por la incertidumbre. El sistema de coste fijo supone un mayor estímulo para terminar la investigación con la menor inversión de recursos posible, pero ello puede impactar de forma negativa en el proceso de innovación cuando el proyecto no está claramente definido, y dar unos resultados de inferior calidad cuando los fondos se agotan. Por el contrario, la financiación sobre costes incurridos proporciona una

---

<sup>20</sup> La propiedad estatal se explica, en algunos casos, por la necesidad de arbitrar de forma económica la resolución de estas contingencias en favor del Estado y, en última instancia, de la sociedad.

mayor flexibilidad para explorar diferentes caminos, aunque este último método tiende a prolongar indefinidamente los proyectos. Los EE. UU. usan fórmulas elaboradas como *cost plus incentive* o *target cost with incentive fee*, ya que estas permiten asumir desviaciones de coste proporcionando una mayor flexibilidad cuando la línea de innovación elegida se muestra prometedora (Markowski y Hall, 1998). En España, no se suelen usar estas fórmulas y los contratos tienen un valor máximo que no es fácil de modificar. Lo más frecuente es contratar la investigación por fases o incrementos, lo que permite un ajuste variable de los recursos dedicados a esta actividad en función de los resultados obtenidos en las diferentes fases. Un problema similar se plantea cuando las empresas adjudicatarias subcontratan algunas actividades de innovación. En estos casos, las pymes pueden encontrarse con que tienen que asumir un riesgo excesivo cuando el contrato se negocia a un precio fijo, teniendo en cuenta su menor poder de negociación con el contratista principal.

Aunque los fondos de I+D del Ministerio de Defensa suelen proceder de partidas destinadas a inversiones en esta actividad, no es infrecuente que programas de suministro incluyan ciertas actividades de innovación o desarrollos previos a la producción para personalizar la solución a las necesidades del usuario. En estos casos, se juntan en un único contrato actividades de desarrollo y de producción, lo que supone un riesgo importante cuando se trata de un coste fijo y existe una cierta ambigüedad e incertidumbre sobre el alcance del sistema que hay que entregar, o de las dificultades propias del desarrollo. Este caso puede ser menos infrecuente de lo que parece y darse, por ejemplo, en la contratación de sistemas que contienen una parte importante de software. De nuevo las empresas deben ser conscientes de los riesgos que llevan aparejados estos proyectos que, aunque no están clasificados como de I+D, tienen en muchos casos una componente de innovación relevante.

En resumen, la incertidumbre general de los proyectos de I+D hace que no sea infrecuente que se incurra en sobrecostos y retrasos, mientras que las prestaciones no alcanzan siempre el nivel deseado. Estos efectos, inherentes e inevitables en este tipo de actividad, deben ser cuidadosamente vigilados por la empresa, pues si son excesivos pueden poner en entredicho esta actividad y restarle oportunidades para obtener un futuro contrato de producción. La demostración de que la empresa ha aplicado lo mejor en esfuerzo y su juicio para alcanzar los objetivos, puede ser insuficiente para la continuidad del proyecto o la adjudicación de nuevos proyectos de investigación, sobre todo en épocas de restricciones presupuestarias o cuando otros proyectos han sido mejor gestionados. En este sentido, no hay que olvidar que la Administración, en última instancia, debe rendir cuentas a la sociedad de la eficacia con la que está utilizando los fondos invertidos en esta actividad, y debe evitar que los contribuyentes tengan la percepción de que su dinero se invierte en actividades no rentables.

## **LA CONTRATACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN PROYECTOS INTERNACIONALES**

Muchas de las prácticas y dificultades que se han comentado son de aplicación en programas internacionales. En estos casos, los órganos de contratación son transnacionales y las ofertas se presentan habitualmente en consorcios. Operar en este contexto supone un reto para las empresas. Afortunadamente, organizaciones como el CDTI o los propios ministerios suelen prestar una ayuda inestimable a las empresas para facilitar su participación en estos consorcios.



## **ÁREAS TECNOLÓGICAS DE INTERÉS PARA LA SEGURIDAD Y LA DEFENSA**

Las áreas tecnológicas de interés para la defensa son muchas (Martí, 2006). Enumerar y comentar todas las tecnologías que incluyen es una labor ardua y extensa que está fuera del marco de este trabajo. El concepto de tecnología es muy amplio y recoge infinidad de métodos y procesos asociados al desarrollo y producción de un bien destinado a este sector. Por otra parte, las áreas tecnológicas de interés para la seguridad y la defensa cambian según evolucionan las misiones y cometidos de las Fuerzas Armadas y de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, y según el papel relevante que estas tecnologías desempeñan en su cumplimiento. Por ejemplo, hoy el interés está dirigido sobre todo hacia tecnologías que permiten anticipar las amenazas, y poder actuar en tiempo usando armás más precisas y que ocasionen menos daño.

Algunas de estas tecnologías tienen un carácter horizontal, es decir, son aplicables a una gama amplia de productos de seguridad y defensa, mientras que otras tienen un carácter más vertical y son aplicables solo a una clase o familia de productos. En este apartado se describen brevemente las principales áreas tecnológicas en las que la innovación puede aportar más valor. Una taxonomía exhaustiva de todas las tecnologías de interés para la seguridad y la defensa se puede encontrar en la Agencia Europea de Defensa. Para aquellos interesados en conocer las áreas considera-

das prioritarias en España se puede consultar la citada Estrategia de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa.

El campo de la aeronáutica es un área de especial interés para la seguridad y la defensa por su capacidad de proyectar con rapidez todo tipo de medios en la zona de operaciones, desde personal a material logístico, medios de observación, o material ofensivo. Aviones, helicópteros, satélites, misiles y vehículos aéreos no tripulados requieren de la tecnología aeronáutica para su diseño y desarrollo. Dentro de esta área hay que considerar los motores y sistemas de propulsión de estos aparatos. Especial relieve tiene la interfaz del piloto con el avión para manejar el aparato. Esta área exhibe un carácter bastante dual y muchas tecnologías aplicables a la aeronáutica militar son aplicables al campo de la aeronáutica civil. Además los sistemas aeronáuticos constituyen un punto focal que estimula muchas tecnologías estratégicas desde el punto de vista industrial.

El área de armamento y materiales energéticos incluye las tecnologías relacionadas con la munición como cabezas de guerra, espoletas, pólvoras, explosivos, cañones, piezas de artillería y minas. Se trata de un área con pocas aplicaciones civiles donde los avances más importantes se sitúan en las ciencias de materiales. Los sistemas de energía dirigida y cinética están todavía en un estado inmaduro para poderse aplicar a las necesidades de seguridad y defensa. Las armas no letales pertenecen a otra área de investigación de claro interés con el objeto de evitar daños irreversibles, pero hasta el momento no han sido muchas las innovaciones en este campo. Las aplicaciones civiles de estas tecnologías se pueden considerar, en general, limitadas.

El desarrollo de armas biológicas y químicas no es importante, pues España es signataria de diversos tratados para evitar su uso y proliferación. Sin embargo, los medios de defensa contra estas armas son especialmente relevantes al poder ser las Fuerzas Armadas o los ciudadanos vícti-

mas de un ataque de este tipo de origen militar o terrorista. Entre ellos hay que citar los sistemas de alerta temprana y de protección personal, los vehículos capacitados para operar en un entorno contaminado sin sufrir daños, o los medios de descontaminación. A pesar de ello, una capacidad de producción mínima de estos agentes puede ser necesaria para evaluar los diferentes métodos de protección. Estos medios pueden tener aplicaciones civiles en el campo de la industria química (protección frente a nubes y vertidos tóxicos ocasionados por accidentes) y de la salud pública (desarrollo de drogas y vacunas).

La fabricación de componentes electrónicos es un área de especial interés para la Seguridad y la Defensa, pues muchos equipos y sistemas contienen este tipo de componentes como, por ejemplo, los sistemas de mando, control, comunicaciones, inteligencia e información. Estos componentes son esenciales para garantizar la avanzada funcionalidad y las prestaciones de estos sistemas.

La electrónica, el software o las comunicaciones están presentes en la mayoría de los sistemas de información y comunicaciones, y constituyen en muchos casos el porcentaje mayor del coste del nuevo sistema. De especial interés son las tecnologías relacionadas con los ordenadores de altas prestaciones, la interfaz de usuario, la seguridad de la información, los sistemas de modelado y simulación, las redes de datos y sistemas de transmisión, los equipos de procesamiento de señal y, en general, todas las aplicaciones informáticas orientadas a las operaciones de seguridad y defensa. Las capacidades que aportan estas tecnologías permiten dar respuesta a importantes necesidades de tipo operativo como un conocimiento mejor de la situación (sensores) y una capacidad de respuesta más rápida, precisa y matizada (armas inteligentes), facilitando compartir la información y la toma de decisión en colaboración, gracias a una mayor capacidad para obtener, procesar, presentar y distribuir la información. Estas tecnologías tienen un carác-

ter claramente dual y, aunque la innovación procede muchas veces del campo civil, también se da con frecuencia el caso contrario.

En sistemas terrestres el área más importante para la seguridad y la defensa es la ingeniería mecánica relacionada con el vehículo y, en particular, el diseño de motores avanzados para su propulsión, como, por ejemplo, motores híbridos (diésel-eléctricos, etc.) y de vehículos no tripulados con capacidad de operar autónomamente; una tecnología que lidera el sector civil, cuyos progresos y desarrollo se aplican también a este sector.

Los sistemas de guiado, navegación y control son sistemas esenciales en las operaciones de seguridad y defensa y que tradicionalmente ha liderado como el sistema NAVSTAR-GPS.<sup>21</sup> Estos sistemas son necesarios para el control de vehículos y aeronaves y para guiar las diferentes armas y vehículos no tripulados. Estas tecnologías tienen también importantes aplicaciones en el campo civil donde la explotación de esta información puede facilitar la gestión de muchos negocios como, por ejemplo, los sistemas para la gestión de flotas de vehículos.

Los sistemas relacionados con la guerra de información son también especialmente importantes en este ámbito. Entre ellos hay que considerar aquellos relacionados con la identificación, los sistemas de ataque y protección electrónica, incluidas las medidas y contramedidas ópticas. Esta es un área tecnológica con características específicas para la defensa, como sistemas de identificación amigo/enemigo, medios de vigilancia electrónica del espectro, contramedidas para anular los sistemas de observación del adversario, etc. En el campo de la seguridad, las tecnológicas se centran en la protección de vehículos contra explosivos improvisados activados de forma remota, o los

---

<sup>21</sup> Navigation Satellite Timing and Ranging-Global Positioning System.

sistemas de identificación por radiofrecuencia para identificar objetos como contenedores, o personas como el pasaporte electrónico.

Los materiales son un área de especial interés para la seguridad y la defensa, ya que ciertos sistemas requieren prestaciones muy específicas para satisfacer los requisitos operativos, como blindajes, materiales eléctricos, magnéticos, ópticos, materiales de alta resistencia, y materiales para funciones especiales. Los materiales se caracterizan por tener aplicaciones en el campo civil, aunque el mercado en ciertos casos puede no tener un gran tamaño.

Las áreas más importantes que son específicas de los sistemas navales, están relacionadas con los sistemas y elementos de propulsión, el control de la supervivencia y las tecnologías relacionadas con los vehículos sumergibles a gran profundidad. Aunque las dos primeras exhiben cierta dualidad, la última es probablemente muy específica de la defensa.

Los sistemas nucleares tienen poco interés en España al ser un país no nuclear y no usarse este tipo de propulsión en nuestras plataformas navales.

Los sistemas de potencia eléctrica son importantes porque muchos sistemas necesitan de esta alimentación para el funcionamiento de sus componentes eléctricos y electrónicos. Estos sistemas se caracterizan por tener una exigencia elevada tanto en prestaciones (gran densidad de potencia) como de entorno de operación. Estas necesidades cubren desde sistemas para alimentar radares a baterías para equipos de comunicación portátiles. Las aplicaciones civiles de estos sistemas son bastante amplias, pues se aplican a los múltiples equipos que hoy en día precisan de potencia eléctrica.

Los sensores y láseres son otros elementos esenciales en este sector. Incluyen sensores acústicos, electro-ópticos, radares y láseres para detectar objetos y medir distancias que tienen aplicación en el campo civil, como, por ejemplo, radares para control de tráfico. Gravímetros y

gradiómetros tienen utilidad para el guiado de algunas armas sofisticadas como misiles intercontinentales, aunque no suponen una necesidad para nuestras Fuerzas Armadas. Magnetómetros y gradiómetros magnéticos tienen aplicación para detectar naves y otros objetos sumergidos. El control de las firmas de los sistemas militares tiene como objetivo reducir la capacidad de detección por el adversario en el campo de operación con este tipo de sensores, mientras que los obscuradores tienen un objetivo similar. Los equipos de inspección son también importantes en la lucha contra el terrorismo y el crimen organizado para detectar armas, explosivos o drogas.

Si analizamos las áreas en las que nuestra industria ha trabajado más habría que citar las relacionadas con plataformas aéreas, navales y terrestres, y con sistemas de mando, control, inteligencia y comunicaciones donde, bien con tecnología propia o integrando tecnología de otros suministradores, en algunos casos extranjeros, se han desarrollado diversos sistemas para las Fuerzas Armadas, así como las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. En muchos casos, la innovación ha procedido del campo civil, como, por ejemplo, sistemas de propulsión, equipos de información y comunicaciones, etc., probablemente debido a que se trata de áreas donde es más fácil innovar o aplicar la innovación procedente de otros sectores (Martín, 1993).

## **TECNOLOGÍAS DUALES**

Como se ha comentado en el apartado anterior, muchas de las tecnologías citadas son también aplicables al campo civil. La elección de tecnologías duales para innovar en el campo de la seguridad y la defensa puede ser muy importante, pues, por una parte, si la tecnología existe en el campo civil, se reduce el riesgo (y los costes) del proyecto al

usarse una tecnología madura y contrastada, aunque existen gastos adicionales como obtener una licencia de uso o la adaptación de la tecnología al entorno de seguridad y defensa. Por otra parte, si el desarrollo es específico de la seguridad y la defensa, pero existen posibilidades de comercialización en el campo civil, los posibles beneficios para la industria serán considerablemente superiores.

Este incentivo puede ser importante para la industria si la demanda de los mercados de la seguridad y la defensa se muestra limitada y no se esperan grandes compras tras la dotación inicial. Sin embargo, estas tecnologías no siempre son de aplicación en el campo civil; y, cuando lo son, pueden precisar profundas transformaciones que pueden prolongar considerablemente las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Por ejemplo, aunque defensa fue inicialmente pionera en comunicaciones móviles, la telefonía móvil ha requerido de un largo proceso y de un enorme esfuerzo (más allá de la financiación de defensa) hasta su transformación en un negocio de gran volumen y considerables beneficios.

Uno de los argumentos que hoy en día más se maneja es el de la convergencia entre tecnologías relacionadas con la seguridad y la defensa y las civiles. Y, aunque existe un amplio número de tecnologías de origen común, también hay tecnologías con un escaso interés civil (y viceversa). Incluso cuando se da esa comunalidad, determinadas prestaciones necesarias para las misiones de seguridad y defensa pueden hacer que el producto final tenga poca aplicación en el campo civil (prestaciones innecesarias, excesivos costes). Sin embargo, se debe mencionar que la convergencia entre las tecnologías aplicables a la defensa y las aplicables a la seguridad es bastante elevado, y la reutilización es más factible, como, por ejemplo, el campo de la seguridad ciudadana, la protección de fronteras contra la inmigración ilegal, o la protección civil ante catástrofes naturales.

El programa COINCIDENTE (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo de Tecnologías Estratégicas) del Ministerio de Defensa está precisamente orientado a aprovechar las tecnologías desarrolladas en el ámbito civil que puedan ser de aplicación en proyectos de interés para la defensa.

El procedimiento para convocar los procesos de selección de los proyectos de I+D de interés para la defensa están recogidos en la Orden Ministerial DEF/1453/2010. BOE 136/2010. El programa admite propuestas para desarrollar demostradores que satisfagan una necesidad real o potencial de la defensa de acuerdo con las prioridades tecnológicas establecidas por el Ministerio. Un caso de éxito sería el proyecto para desarrollar un Sistema de Simulación de Fluidos y Estructuras (SIFES) desarrollado por la empresa Next Limit en colaboración con el CEHIPAR y la Escuela Superior de Ingenieros Navales de la UPM.

Iniciativa para fomentar las tecnologías duales

# 10

## **ALGUNAS TENDENCIAS FUTURAS**

### **INTEGRACIÓN DE LA INDUSTRIA DE SEGURIDAD Y DEFENSA CON OTRAS ÁREAS CIVILES**

El hecho de que ciertas tecnologías tengan aplicación tanto en el ámbito civil como en el de la seguridad y defensa favorece que las empresas que operen en ambos sectores disfruten de importantes sinergias y que exista en la práctica una mayor integración entre ambas. En un mercado caracterizado por la variabilidad de la demanda, se hace más atractiva una mayor integración al compensar los ciclos bajos de la demanda en un sector con los ciclos altos del otro. Este hecho se puede observar con claridad en algunos sectores como el aeronáutico o el electrónico donde son frecuentes las empresas de carácter mixto. Sin embargo, estas empresas siguen manteniendo separadas las divisiones de productos civiles y las de seguridad y defensa, lo que hace pensar que esta integración tiene límites, que la compartición de activos para soportar indistintamente proyectos de una y otra área no muestra la debida eficiencia y flexibilidad, y que las ventajas que aporta la organización en unidades de desarrollo y producción especializadas siguen siendo todavía significativas.

## PROGRAMAS DE I+D INTERNACIONALES

En determinadas circunstancias es ineficiente realizar la producción de bienes y servicios para la seguridad y la defensa a escala nacional, bien porque no existen dichas capacidades e infraestructuras industriales, bien porque son insuficientes para lograr un producto final completo, o bien porque su creación tiene un coste desproporcionado no asumible por una nación en solitario. El desarrollo y la fabricación conjunta entre varios países aliados de un nuevo equipo o sistema es una solución que permite compartir costes, aunar recursos y experiencia, y así lograr un producto más avanzado y de menor coste, difícil de afrontar de forma autónoma. Las ventajas de esta forma de colaboración han hecho que los Estados miembros de la Unión Europea hayan usado este método en el pasado (ejemplo paradigmáticos serían los aviones *Eurofighter* o A-400M). Los programas con carácter transatlántico (con participación de los EE. UU.) han sido menores. En España se han dado acuerdos de compensación industrial asociados a la compra de sistemas, como sería el caso del EF-18, o de acuerdos de colaboración para la venta de sistemas a terceros países, como es el caso del sistema de armas AEGIS sobre la fragata F-100. Dado el creciente coste y complejidad de los sistemas principales de armas, es más que probable que esta forma de colaboración entre naciones amigas se mantenga, e incluso crezca, en el futuro.

Los programas internacionales requieren la negociación de acuerdos entre gobiernos para colaborar de manera conjunta en la elaboración de una solución industrial a una necesidad de seguridad y defensa. Su negociación no es fácil y con frecuencia requiere un largo periodo de maduración. Los diferentes calendarios nacionales de adquisiciones y las distintas preferencias nacionales sobre las características del producto final y la dificultad de repartir proporcionalmente el

trabajo entre las industria nacionales son la principales causas que frenan la consecución de acuerdos rápidos y eficientes en esta materia.

La ejecución de estos programas tampoco está libre de problemas. Los retrasos y sobrecostes son frecuentes debido a los importantes problemas de coordinación que conllevan tanto por parte de los compradores (cambios en los requisitos, cambios en los presupuestos) como de los suministradores (formación de consorcios internacionales, gestión del programa), lo que eleva las dificultades de estos programas en comparación con otros puramente nacionales (Hartley, 2007, capítulo 33). Estas dificultades pueden ser tan insuperables que den lugar al abandono de socios a mitad del programa, e incluso a su cancelación. La duración de estos programas y los diversos avatares a los que pueden estar sometidos, hace que la consecución de beneficios haya que verla, por lo tanto, desde una perspectiva del largo plazo y de la toma de posiciones estratégicas en el sector.

## **EL PAPEL DE LA UNIÓN EUROPEA**

La competencia de la Unión Europea en una Política Exterior y de Seguridad Común y la consolidación de una Política de Defensa Común,<sup>22</sup> así como el creciente papel de la Unión en la lucha contra el terrorismo y el crimen organizado, aspectos recogidos en el Tratado de Lisboa de 2009, están también favoreciendo este tipo de programas. La nueva política de Defensa Común establece una Estrategia de Seguridad y fija las capacidades que deben aportar los Estados miembros para apoyar esta política. Para soportar el desarrollo

---

<sup>22</sup> El reciente tratado franco-británico sobre defensa, firmado en noviembre de 2010, parece una iniciativa encaminada a estrechar lazos de cooperación entre las dos potencias militares más importantes de la Unión Europea y se ha producido un tanto al margen de las actividades de la UE en esta materia.

de estas capacidades se han creado también nuevas instituciones, entre las que hay que destacar la Agencia Europea de Defensa constituida en el año 2004, recogida también en el propio Tratado de Lisboa. De manera similar, la Unión Europea ha creado diversas agencias relacionadas con la seguridad como Europol, Frontex o ENISA.

Esta nueva visión hace que las condiciones de autonomía y soberanía en seguridad y defensa tengan un sabor cada vez más europeo y crea un entorno en el que las mejoras de eficiencia en el suministro de medios para esta actividad se pueda poner en práctica compartiendo trabajos y aumentando la especialización, ya que la generación de interdependencias estratégicas entre las naciones europeas no se ve como un riesgo de especial relevancia. Esta forma de proceder traerá consigo ventajas para las Fuerzas Armadas, así como de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, de los Estados miembros en términos de equipos más baratos, con mejores prestaciones y más interoperables.

En este nuevo entorno las capacidades operativas no se fijan exclusivamente a escala nacional, sino que se consensuan con los otros Estados miembros para cubrir las carencias detectadas. De particular importancia es el papel que desempeña la Agencia Europea de Defensa elaborando estudios técnicos y de viabilidad; promoviendo proyectos de investigación y tecnología a nivel de la Unión Europea;<sup>23</sup> definiendo requisitos y estándares que sirvan de base para lanzar programas de adquisición internacionales; coordinando y supervisando el desarrollo de capacidades militares; y apoyando la consolidación de un mercado único de la seguridad y la defensa dentro de la Unión. Algunos ejemplos de proyectos de investigación y tecnología conjuntos son: el *Joint Investment Programme on Force Protec-*

---

<sup>23</sup> La visión de los Estados miembros en esta materia se puede consultar el documento elaborado por la Agencia *A European Defence Research & Technology Strategy*, accesible en su página web.

tion, el *Innovative Concepts and Emerging Technologies* o el *Future tactical Unmanned Aerial System*.<sup>24</sup> La Agencia pretende también dar cobijo a iniciativas de colaboración entre varios Estados facilitando la puesta en marcha de programas conjuntos. Cuando estos programas tienen una gran entidad, se llevan a cabo normalmente por medio de organizaciones *ad hoc* para la gestión de un programa específico, como es el caso del *Eurofighter* (NETMA), o de organismos internacionales para gestionar varios simultáneamente, por ejemplo, la Organisation Conjointe de Coopération en matière d'Armement (OCCAR).

La Comisión Europea, en particular su Dirección General de Industrias y Empresas, ha abogado siempre por mejorar la base industrial y tecnológica del sector. Sin embargo, los Estados miembros han preferido, hasta hace pocos años, tratar estas cuestiones nacionales amparados en el artículo 346 (ex 296), lo que constituía el obstáculo principal para que este sector de la economía se beneficiara de las ventajas del mercado único y así facilitar su progreso. Sin embargo, este papel poco activo en el pasado, basado en algunas declaraciones generales, parece estar cambiando. Así, recientemente la Comisión ha publicado una comunicación interpretativa del artículo 296 (actualmente 346) para evitar abusos de los Estados a la hora de limitar las normas de libre mercado en el sector de la defensa, así como una «Estrategia para una industria de defensa más fuerte y competitiva».<sup>25</sup> Además la propia Comisión, en su deseo de integrar la industria de defensa al mercado único, ha elaborado una Directiva específica sobre contratación pública en el ámbito de la Seguridad y la Defensa (2009/81/EC), que ofrece un marco de contratación más adaptado a la problemática de este sector. Otra importante Directiva es la

<sup>24</sup> La industria española está demostrando una elevada competitividad para ser adjudicataria de estos proyectos. Los retornos para nuestra industria han superado en exceso la cantidad que España aporta a los dos primeros proyectos (129 % y 114 %, respectivamente) de acuerdo con los datos facilitados por el Ministerio de Defensa.

<sup>25</sup> COM (2007) 764 final de 5.12.2007.

2009/43/EC relacionada con la transferencia intracomunitaria de productos relacionados con la defensa, cuyo objetivo es simplificar los trámites dentro de la Unión para el comercio de estos equipos, reduciendo los costes asociados a su obtención. Ambas directivas deben transponerse a la legislación española en un plazo de dos años.

## **IMPLICACIONES PARA LA INDUSTRIA**

Este nuevo escenario tiene un impacto importante sobre las actividades de innovación de la industria española, que se puede resumir en los siguientes puntos:

- Los planes de adquisición y la demanda de innovación en este campo no van a quedar únicamente fijados por las necesidades nacionales, sino que estarán íntimamente ligados a los compromisos europeos adquiridos en materia de capacidades operativas y programas de obtención conjuntos.
- En los programas conjuntos, las prestaciones de los sistemas se acordarán entre los Estados miembros y las adquisiciones se organizarán en programas multilaterales de geometría variable en función de las necesidades específicas que tengan las Fuerzas Armadas, así como las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, y de la especialización que busquen.
- La tendencia a abrir los mercados nacionales de seguridad y defensa al resto de los Estados miembros va a ofrecer a la industria nuevas oportunidades que no debe desperdiciar.<sup>26</sup> Esta deberá demostrar habilidad para adaptarse y tener éxito en este entorno más mul-

---

<sup>26</sup> En este sentido la página web de la EDA, donde se anuncian las compras de los Estados miembros, supone una importante ayuda para que la industria presente sus propuestas.

tinacional donde la demanda es mayor y en el que existen mayores expectativas de beneficios, pero también más competencia. Este entorno obligará a las empresas a reforzar sus actividades de marketing y colaboración con socios extranjeros y en particular con los de la Unión Europea.

- Este marco, sin embargo, no es especialmente favorable para la industria española, que tiene que competir con la capacidad y experiencia de empresas europeas más grandes y consolidadas, que gozan de economías de escala en sus actividades relacionadas con la innovación. Esto implica que las empresas deben buscar sus nichos apropiados en los que sean suficientemente fuertes para competir, o buscar alianzas para trabajar de forma conjunta (consorcios, *Joint Ventures*) en proyectos, cuando la colaboración prometa mejores expectativas y resultados, de forma que logren consolidar con el tiempo ciertas posiciones de excelencia que les asegure el liderazgo en algunos productos y áreas tecnológicas, como única forma de sostenerse en el largo plazo. En un tono más positivo habría que decir que la participación de la industria española en estos programas le va a permitir acercarla a tecnologías y métodos de trabajo más avanzados, algo que será sin duda beneficioso en el medio plazo.
- En los programas conjuntos entre Estados seguirá existiendo una presión para que la industria nacional participe como suministrador en una proporción similar al número de sistemas que adquiere. Sin embargo, la presión sobre los costes hará que este papel no se base exclusivamente en criterios de rígido reparto industrial, sino estará tamizada también por criterios de capacidad industrial y de eficiencia, donde las empresas que se muestren más competitivas resultarán ganadoras.

- Los programas de puras compensaciones industriales en este contexto podrían desempeñar un papel menos relevante, siendo reemplazados por otros de colaboración de mayor calado, donde los acuerdos conjuntos de desarrollo y fabricación se extiendan más allá de satisfacer necesidades nacionales y alcancen futuras ventas a terceros países.

## **MAYOR COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL**

La mayor apertura de los mercados de seguridad y defensa y la necesidad de obtener productos avanzados a precios asequibles puede facilitar la organización de una I+D más abierta a la competencia internacional. Esto está, sin embargo, mediatizado por el doble objetivo de atender las necesidades nacionales de seguridad y defensa, así como el de potenciar la capacidad de la industria, lo que hace que esta posibilidad parezca de momento remota, a excepción de los programas internacionales. Solo las empresas extranjeras con una base industrial local o que suministren elementos críticos tienen alguna posibilidad, aunque puede que no sean infrecuentes en el futuro propuestas de innovación, en cuya cadena de suministro aparezcan en el primer nivel empresas extranjeras.

El problema que se puede presentar en el largo plazo es que, si la evolución del equipamiento de Seguridad y Defensa continúa creciendo en complejidad, el número de contratistas principales capaces de afrontar determinados proyectos tenderá a decrecer, produciéndose una concentración del mercado (Sutton, 2001). En ese caso la supervivencia de las empresas solo será posible mediante fusiones y acuerdos de colaboración transnacionales, o su especialización en determinados subsistemas.



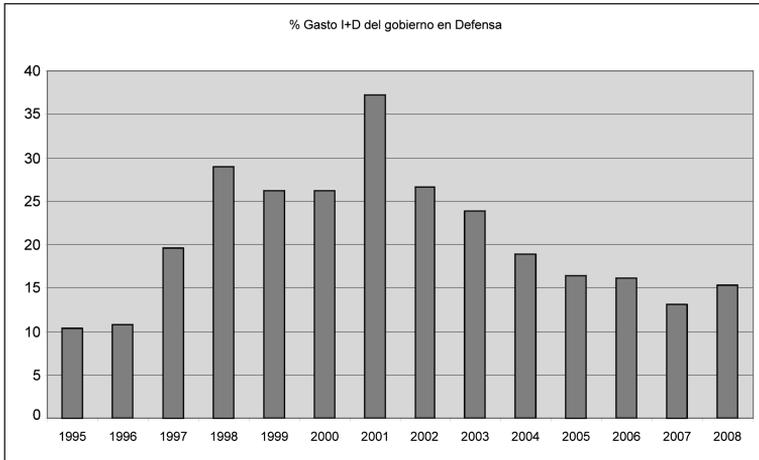
## **BENEFICIOS DE INNOVACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA**

Los principales beneficiarios de la innovación en defensa son, sin duda, las propias Fuerzas Armadas, así como las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, que sacan provecho de equipos y sistemas más avanzados que les permiten cumplir mejor su misión y contribuir, en definitiva, a los objetivos de política exterior y de defensa en España, así como de la seguridad interior. Sin embargo, en esta sección nos vamos a centrar en los beneficios que supone para la industria esta actividad, que también son importantes. Estos beneficios son, sin embargo, difíciles de medir.<sup>27</sup> Algunos son más directos y claros, mientras que otros son más intangibles y arduos de evaluar, aunque no por ello dejan de notarse en el largo plazo.<sup>28</sup> Así, la existencia de algunas importantes empresas españolas no se entendería sin la contribución financiera de la que han gozado en esta materia durante muchos años, gracias al Ministerio de Defensa, el Ministerio de Industria y en menor medida el Ministerio de Interior, como se puede observar en la siguiente figura en la que se muestra la importante contribución del presupuesto de I+D a la defensa.

---

<sup>27</sup> Los beneficios de la innovación, no obstante, tienen un lento e impredecible proceso de maduración desde la creación del conocimiento, su aplicación a un producto y su éxito en el mercado. En última instancia, la adjudicación de un proyecto supone en cierta medida un acto de fe.

<sup>28</sup> Las inversiones en innovación, como hemos visto, son costosas. En este sentido, sería interesante realizar estudios agregados para estimar con más precisión los retornos obtenidos en esta área.



Fuente: Eurostat.

## BENEFICIOS DIRECTOS

La financiación de la innovación en el campo de la seguridad y la defensa brinda a la industria una excelente oportunidad para experimentar en productos innovadores y nuevas tecnologías. Si esta actividad se aprovecha adecuadamente, se puede obtener un producto competitivo que permite llegar a una posición de liderazgo en un determinado segmento del mercado y garantizar una línea de negocio al dejar atrás a rivales y competidores.

Si bien es cierto que el liderazgo nacional puede ser suficiente para conseguir un balance positivo, hoy en día, parece recomendable que las empresas intenten alcanzar un liderazgo internacional como forma de lograr una mayor rentabilidad a los elevados costes no recurrentes de desarrollar un nuevo producto. Como ejemplo de empresas que son líderes podemos citar a Indra en equipos de guerra electrónica, simuladores y radares (Lanza 3D), o a EADS-CASA en aviones de transporte militar.

Ser un líder internacional en un determinado producto puede facilitar la entrada en el mercado de seguridad y defensa de otras naciones cuando sus empresas no disponen de suficientes recursos para realizar I+D o sus actividades en esta materia no han tenido éxito (fragatas para Noruega o Australia, aviones de transporte militar medio para Turquía, etc.). Sin embargo, hay que ser conscientes que la venta de este tipo de material no es fácil, requiere de apoyo institucional y está sujeta a normas legales y autorizaciones administrativas, cuando no está condicionada por razones de política exterior. En un sector industrial caracterizado por una larga cadena de suministro, el éxito de esta actividad tiene un papel esencial en la formación de tejido industrial.

La consolidación de estas líneas de negocio gracias a la I+D tiene un efecto positivo en la creación de empleo, la facturación, el crecimiento de capacidad o los beneficios de la empresa, mientras que las innovaciones de proceso pueden tener como resultado una mejora de la productividad y, en última instancia, de la competitividad.



Fuente: Secretaría de Estado de Comercio.

## REUTILIZACIÓN DE RESULTADOS

La financiación del I+D en seguridad y defensa tiene una contrapartida importante en el sentido de que la propiedad industrial del nuevo desarrollo pasa a ser de aquel que lo ha financiado, es decir, de las Fuerzas Armadas. Esto es así bien porque la Administración desea reservarse el derecho de ceder esta propiedad a un fabricante distinto y disponer así de un suministrador alternativo; bien para evitar a toda costa que este conocimiento caiga en manos de un posible adversario, obviando de este modo la proliferación de cierto tipo de armamento, aunque a veces esta vigilancia se realice de forma más fácil con el control de la exportación de material de defensa.

Esto plantea una desventaja para la empresa, que puede ver cómo el conocimiento generado es finalmente explotado por otras empresas o que no puede usarlo en otras actividades. En la práctica, esta desventaja es menos real de lo que parece, pues, en primer lugar, el nuevo desarrollo se apoya normalmente en conocimientos previos que la empresa posee y sobre los que puede tener derechos de propiedad intelectual. En segundo lugar, siempre existe un conocimiento implícito que la empresa adquiere durante la innovación, que garantiza a la empresa ventajas difíciles de superar en la fase de producción por competidores, aunque las grandes empresas pueden reaccionar vigorosamente frente a pymes en proyectos de producción de gran valor económico. Por otra parte, en pocas ocasiones, el Ministerio de Defensa se opone a la difusión y explotación del conocimiento financiado por él. Además, rara vez se cobran *royalties* elevados por su uso fuera del ámbito de la defensa (exportaciones, sector civil). Esto es así porque generalmente se prefiere no gravar en exceso a la industria para mejorar su posición competitiva internacional y garantizar con ello su sostenimiento en el largo plazo.

Sin embargo, la reutilización de las ventajas obtenidas para crear negocio en otras áreas no es fácil en la prácti-

ca. La transferencia de tecnología a otras aplicaciones, incluidas las civiles, es complicada. La experiencia del Reino Unido en esta materia no ha sido muy positiva (Molas, 2002) y la norteamericana tampoco lo es en exceso (James, 2004,20). La propia identificación de posibles aplicaciones no es simple y, una vez identificadas, hacen falta habitualmente diferentes rediseños y adaptaciones hasta obtener un producto que el mercado acepte. Por otra parte, la disparidad de los proyectos de I+D en seguridad y defensa hace que la reutilización del conocimiento y la creación de sinergias entre proyectos sean limitadas. Además, ciertos productos demandan requisitos muy exigentes cuya contrapartida civil no precisa. Por ejemplo, un avión de combate comparte pocas características y elementos comunes con un avión de transporte civil. Esto hace que ciertos conocimientos y habilidades muy especializadas no pueden ser transferidos con facilidad a otras áreas y mercados, por lo que, en ciertos casos, solo son reutilizables conocimientos generales de ingeniería o de gestión de la innovación, como se comenta con más detalle en el siguiente apartado.

Aunque se pueden citar algunos casos de éxito de aplicación civil de tecnologías y artefactos inicialmente orientados a la seguridad y la defensa, su número tampoco es muy elevado (quizá el horno microondas, un desarrollo de Raytheon, se pueda considerar un paradigma, pero la conversión del magnetrón en un horno para calentar alimentos tampoco fue un proceso ni rápido —llevó más de veinte años— ni sencillo).<sup>29</sup> Esto sugiere que el éxito de una tecnología en seguridad y defensa no garantiza que alcance automáticamente ese mismo éxito en otros mercados, pues estos se rigen por diferentes parámetros. Además, el des-

---

<sup>29</sup> En cualquier caso, los programas que tuvieron como resultado aplicaciones civiles fueron en muchos casos proyectos de gran envergadura, como, por ejemplo, la energía nuclear, que en el caso de España son difíciles de materializar, dada la escasa dimensión de nuestro presupuesto en esta área.

conocimiento de estos mercados constituye en principio una barrera para que la empresa logre explotar con éxito la tecnología que ha obtenido.

La exportación de este tipo de material, por otra parte, tampoco resulta sencilla. Los fondos nacionales para realizar I+D pueden ser insuficientes para lograr un equipo suficientemente competitivo en el mercado internacional. La venta de material de seguridad y defensa está condicionada por la concesión de licencias de exportación, muchas veces establecidas por razones de tipo político. La compra nacional del producto y el apoyo gubernamental a su venta son factores claves para convencer al país comprador y poder cerrar la operación. Por último, no es infrecuente que el usuario final exija cambios en el diseño, que requieran actividades adicionales de innovación (para las que puede no existir apoyo institucional), o que el país comprador exija la concesión de *offsets* para su industria local, que en última instancia reduzcan el margen comercial de la venta.

En resumen, las empresas deben sopesar las capacidades industriales que adquieren en términos económicos amplios para determinar hasta qué punto pueden internalizar los beneficios de la actividad de innovación orientados a la seguridad y la defensa como, por ejemplo, otros sectores, o la exportación, so pena de encontrarse con un bajo retorno.

## **BENEFICIOS INDIRECTOS**

Aunque es difícil, si no imposible, por ser un beneficio claramente intangible, evaluar los estándares de calidad, las metodologías de gestión de programas, los procedimientos de ingeniería de sistemas, de desarrollo de software, de integración de productos, de prueba, o de producción; las tecnologías específicas que se aplican en los programas de seguridad y defensa suelen ser relativamente sofisticadas y

acaban permeando en toda la cadena de valor terminando por extenderse al resto de la economía de una u otra forma. Este capital intangible, fruto de las actividades innovadoras, ayuda a las empresas a mejorar su gestión de programas, su productividad, su conocimiento, la formación de su personal investigador, sus curvas de aprendizaje en el empleo de determinadas tecnologías y su competitividad, explicando así, de alguna forma, la exitosa expansión que han tenido algunas industrias del sector en áreas no relacionadas con bienes y servicios para la seguridad y la defensa, como, por ejemplo, EADS-CASA, Indra o GMV, que actualmente mantienen un importante liderazgo en el mercado nacional e internacional. Estos beneficios se dan incluso si la actividad de innovación no tiene al final el éxito esperado. Es más, de proyectos fallidos se suelen extraer siempre importantes lecciones que mejorarán o guiarán futuras actividades de innovación.



# 12

## CONCLUSIONES

Este trabajo ha presentado un somero análisis de la actividad de innovación en Seguridad y Defensa, una actividad necesaria para mantener las capacidades de las Fuerzas Armadas y de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado y, en definitiva, del bienestar de nuestra sociedad en términos de una mayor protección, cuya sofisticación puede potenciar el desarrollo industrial y la creación de líderes en el mercado. En él se han puesto de relieve las oportunidades que ofrece a las empresas, aunque también ha servido para mostrar algunas de las barreras para innovar, así como algunas de las dificultades para alcanzar el éxito, que son más de las que, a primera vista, puede parecer a quien no esté especializado o familiarizado en estos temas. Mientras que la financiación de la innovación tiene la ventaja de estar totalmente soportada por la Administración, la incertidumbre de esta actividad, así como el largo periodo hasta la recuperación de la inversión, pueden frenar el atractivo inicial que ofrece la innovación en este sector.

Como se ha podido observar, la innovación en Seguridad y Defensa no es una tarea aislada, sino que al contrario es necesaria la contribución de un gran número de actores: usuarios, universidades, pymes, suministradores de equipos, contratistas principales e integradores, para que la innovación tenga éxito. En este entorno, la falta de infor-

mación y la incertidumbre son un freno importante para la innovación. Con frecuencia las empresas desconocen las necesidades reales de las Fuerzas Armadas, así como de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, y estas últimas desconocen, a veces, las posibilidades, y los límites, que hoy ofrece la tecnología. Todo ello hace que las transacciones sobre innovación sean especialmente costosas. Se han apuntado y comentado aquí algunos pasos que las empresas pueden dar para colaborar con éxito en el ciclo de la innovación.

El estudio ha hecho patente las posibilidades que ofrece la innovación en Seguridad y Defensa para que las empresas refuercen y mejoren su base tecnológica e industrial. Se ha presentado un resumen de las áreas tecnológicas de interés en las que la industria podría recibir ayudas potenciales para la innovación. Aunque esta actividad innovadora se orienta a las necesidades concretas de los Ejércitos y de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, esta trae consigo con frecuencia diversos beneficios tanto directos como indirectos, por ejemplo, mejoras de competitividad y posibilidades de comercializar el producto más allá de estos clientes, bien en mercados internacionales bien en productos civiles cuando las tecnologías son claramente duales.

La innovación en este sector, si quiere tener éxito, no debe olvidar las actividades en esta área de otras empresas o de organismos internacionales. Como se ha visto a lo largo del documento, las disponibilidades presupuestarias establecen un límite importante para realizar actividades de innovación en este sector en el que las necesidades siempre superan los recursos disponibles. En este contexto, las políticas de adquisiciones y apoyo a la industria de otras naciones con un presupuesto muy superior, como los EE. UU.<sup>30</sup>, pueden reducir los efectos positivos de una política nacional en esta materia. Esto exige elegir con precau-

---

<sup>30</sup> Según la última comparativa de la EDA, el presupuesto de los EE.UU. en 2009 más que quintuplica el valor del presupuesto de los europeos en el capítulo de adquisiciones incluido los gastos de I+D.

ción nichos y oportunidades donde se pueden conseguir ventajas frente a programas de innovación que llevan a cabo otras naciones.

El deseo del equipo de expertos que ha realizado este trabajo ha sido fundamentalmente el de contribuir a clarificar cómo se llevan a cabo los procesos de innovación en Seguridad y Defensa para empresas, profesionales o público en general interesado en esta materia. Si como resultado de su lectura el lector tiene una visión más clara del proceso, o si ello aporta algún valor positivo para mejorar las capacidades de las Fuerzas Armadas, así como de nuestro tejido industrial en este sector, el grupo de trabajo dará por bien empleado el tiempo, el esfuerzo y la ilusión que ha dedicado a este tema.



# 13

## BIBLIOGRAFÍA

ALIC, John A. - BRANSCOMB, Lewis M. - BROOKS, Harvey - CARTER, ASHTON B. - EPSTEIN, Gerald L. (1992), *Beyond Spin-off: Military and Commercial Technologies in a Changing World*, Harvard Business School Press, Cambridge (MA).

ARROW, Kenneth J. (1962), "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention," in Richard Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, N. J., Princeton University Press.

DAU - Defence Acquisition University (2001), *System Engineering Fundamentals*, Fort Belvoir, Virginia 22060-5565.

DOWDELL, P. - BRADDON, D. (2005), *Revolution in the Defence Electronics Market? An economic analysis in sector change*, Defence Economics Research Unit, University of the West of England, Bristol.

EDA (2009), *Study on R&D/R&T Contracting policies in Support of Small and Medium Enterprise*, Brussels.

EU Project OMC-PTP (sin fecha), *Exploring Public Procurement as a Strategic Innovation Policy Mix Instrument*.

FREEMAN, Christopher (1986), *The Economics of Industrial Innovation*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

HARTLEY, Keith - SANDLER, Todd, editors (1995, 2007), *Handbook of Defence Economics*, Volume I & II, North Holland Publishing Company.

HOBDAI, Mike (1998), *Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation*, Working Paper, CoPS Publication No. 52, Sussex Policy Research Unit.

JAMES, Andrew D. (2004), *U.S. Defence R&D Spending: An Analysis of the Impacts*, PREST, University of Manchester.

MARKOWSKI, Stefan - HALL, Peter (1998), *Challenges of Defence Procurement. Defence and Peace Economics*, Vol. 9, pp. 3-37.

MDE - Ministerio de Defensa (2010), *Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa*, ETID, Madrid. Disponible en la página web del Ministerio.

MARTÍ, Carlos (2006), *Tecnología de la Defensa. Análisis de la Situación Española*, Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado (UNED), Madrid.

(2008), "El sector industrial de la defensa en Europa", en Cuaderno del CESEDEN n.º 105, *La Industria y la Tecnología en la Política Europea de Seguridad y Defensa*.

MARSHALL, A. W. - MECKLING, W.H. (1962), *Predictability of the Costs, Time and Success of Development*, The RAND Corporation, Santa Monica (CA).

MARTIN, Stephen (1993), *Advanced Industrial Economics*, Blackwell Publishers, Cambridge, Massachusetts, USA.

MOLAS GALLART, Jordi (2002), "Coping with dual-use: a challenge for European research policy", in *Journal of Common Market Studies*, Volumen 40(1), pp. 155-165.

Oxford Economics (2009), *The economic case for investing in the UK defence industry*, Final report, Oxford.

OCDE (2002), *Manual de Frascati*, Paris.

ORTEGA, Vicente - GAMELLA, Manuel - COOMONTE, Rafael - ILLESCAS, Elisa - MARTÍ, Carlos (2010), *Investigación, Desarrollo e Innovación en el Sector de Defensa. Análisis de la situación (1998-2008)*, Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM.

PARKER, Geoffrey (1995), *The Cambridge Illustrated History of Warfare. The Triumph of the West*, Cambridge University Press.

SUAREZ, James M. (1972), "Profits and Performance of Aerospace Defence Contractors", in *Journal of Economic Issues*, 10:2, pp. 386-402.

SUTTON, John (2001), *Technology and Market Structure. Massachusetts Institute of Technology*, The MIT Press, Cambridge (MA).

SIMON, Herbert A. (1978), *Rational decision-making in business organizations*, Nobel Memorial Lecture, Stockholm.

TIROLE, Jean (1988), *The theory of industrial organization*, MIT press, Cambridge, MA.

WILLIAMSON, Oliver E. (1979), "Transaction-Cost Economics: The governance of Contractual Relations" in *Journal of Law and Economics*, Vol. 22, No. 2, pp. 233-261. October.

## **DOCUMENTOS COTEC sobre OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados**

- N.º 1: Sensores.
- N.º 2: Servicios de información técnica.
- N.º 3: Simulación.
- N.º 4: Propiedad industrial.
- N.º 5: Soluciones microelectrónicas (ASIC) para todos los sectores industriales.
- N.º 6: Tuberías de polietileno para conducción de agua potable.
- N.º 7: Actividades turísticas.
- N.º 8: Las PYMES y las telecomunicaciones.
- N.º 9: Química verde.
- N.º 10: Biotecnología.
- N.º 11: Informática en la Pequeña y Mediana Empresa.
- N.º 12: La telemática en el sector de transporte.
- N.º 13: Redes neuronales.
- N.º 14: Vigilancia tecnológica.
- N.º 15: Materiales innovadores. Superconductores y materiales de recubrimiento.
- N.º 16: Productos alimentarios intermedios (PAI).
- N.º 17: Aspectos jurídicos de la gestión de la innovación.
- N.º 18: Comercio y negocios en la sociedad de la información.
- N.º 19: Materiales magnéticos.
- N.º 20: Los incentivos fiscales a la innovación.
- N.º 21: Minería de datos.
- N.º 22: Wireless.

- N.º 23: Robótica y Automatización.
- N.º 24: Los informes tecnológicos en patentes.
- N.º 25: Diseño e innovación. La gestión del diseño en la empresa.
- N.º 26: Invernaderos de plástico.
- N.º 27: Claves para el nanomundo.
- N.º 28: Reutilización de la información del Sector Público.
- N.º 29: Innovación en Defensa y Seguridad.

## **DOCUMENTOS COTEC sobre NECESIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados:**

- N.º 1: Sector lácteo.
- N.º 2: Rocas ornamentales.
- N.º 3: Materiales de automoción.
- N.º 4: Subsector agroindustrial de origen vegetal.
- N.º 5: Industria frigorífica y medio ambiente.
- N.º 6: Nuevos productos cárnicos con bajo contenido en grasa.
- N.º 7: Productos pesqueros reestructurados.
- N.º 8: Sector de la construcción.
- N.º 9: Sector de la rehabilitación.
- N.º 10: Aguas residuales.
- N.º 11: Acuicultura.
- N.º 12: Reducción de emisiones atmosféricas industriales.
- N.º 13: El mantenimiento como gestión de valor para la empresa.
- N.º 14: Productos lácteos.
- N.º 15: Conservas vegetales.