



MINISTERIO DE DEFENSA

CUADERNOS  
de  
ESTRATEGIA

154

LA DEFENSA DEL FUTURO:  
INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA  
E INDUSTRIA



**MINISTERIO DE DEFENSA**

**CUADERNOS  
de  
ESTRATEGIA**

154

INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS

LA DEFENSA DEL FUTURO:  
INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA  
E INDUSTRIA

Octubre 2011

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



NIPO: 075-11-242-2 (edición en papel)

ISBN: 978-84-9781-694-6

Depósito Legal: M-44188-2011

Imprime: Imprenta del Ministerio de Defensa

Tirada: 1.000 ejemplares

Fecha de edición: noviembre 2011

NIPO: 075-11-243-8 (edición en línea)



En esta edición se ha utilizado papel libre de cloro obtenido a partir de bosques gestionados de forma sostenible certificada.



MINISTERIO  
DE DEFENSA

*DIRECCIÓN GENERAL DE  
RELACIONES INSTITUCIONALES*

*INSTITUTO ESPAÑOL DE  
ESTUDIOS ESTRATÉGICOS*

Grupo de trabajo número 05/10  
**LA DEFENSA DEL FUTURO: INNOVACIÓN,  
TECNOLOGÍA E INDUSTRIA**

---

Las ideas contenidas en este trabajo son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento del IEEE, que patrocina su publicación

---

---

## SUMARIO

### INTRODUCCIÓN

*Por Julián García Vargas*

*Capítulo I*

### **LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA COMO FACTOR ESTRATÉGICO DIFERENCIADOR EN EL SIGLO XXI**

*Por José Manuel Sanjurjo Jul*

*Capítulo II*

### **LA INNOVACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO DE DEFENSA**

*Por Manuel Pereira Rueda*

*Capítulo III*

### **LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EUROPA DE LA DEFENSA**

*Por Arturo Alfonso Meiriño*

*Capítulo IV*

### **BENEFICIOS DE LA COOPERACIÓN INDUSTRIAL. LOS PROGRAMAS DEL MINISTERIO DE DEFENSA ESPAÑOL Y SU FUTURO**

*Por Manuel García Ruiz*

*Capítulo V*

### **NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN NUEVOS ESCENARIOS DE CONFLICTO: CAPACIDADES ESPAÑOLAS**

*Por Luis Mayo Muñiz*

*Capítulo VI*

### **IMPULSO A LA INNOVACIÓN. COLABORACIÓN DE ESTADO Y EMPRESAS**

*Por Carlos D. Suárez Pérez*

### **COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO**

### **ÍNDICE**

---

## **PRESENTACIÓN**

*Miguel Ángel Ballesteros Martín*

Desde la Gran Guerra, la innovación y la investigación tecnológica siempre han desempeñado un papel esencial en las estrategias de defensa nacional. Es lo que el general Beaufre denominó la Estrategia Genética que trata de desarrollar nuevos sistemas de armas que superen los de los adversarios. Tras la II Guerra Mundial esta tecnología ha ido transfiriéndose a la industria para usos civiles, llegándose a utilizar equipos de doble uso que abaratan su adquisición y desarrollo. La innovación y la investigación tecnológica de uso militar ha ido así adquiriendo un papel clave en el ámbito estratégico, que aconseja su estudio y análisis.

Por todo esto, el Instituto Español de Estudios Estratégicos, dedica este Cuaderno de Estrategia al estudio de este tema.

El Cuaderno ha sido coordinado por el exministro de Defensa y presidente de la Asociación Española de Empresas Tecnológicas de la Defensa, Aeronáutica y Espacio (TEDAE) D. Julián García Vargas, y ha contado con la colaboración y sabiduría de D. Carlos Suárez, director general de Indra y responsable de las áreas de Defensa y Espacio; D. José Manuel Sanjurjo Jul, director de Relaciones Institucionales de Navantia y académico de la Real Academia de Ingeniería; del contralmirante D. Manuel Pereira Rueda, ex subdirector general de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa; D. Manuel García Ruiz, director de Apoyo al Desarrollo Industrial de Isdefe; D. Luis Mayo Muñiz, presidente y consejero delegado de Tecnobit; y el coronel D. Arturo Alfonso Meiriño, subdirector general de Relaciones Internacionales de la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa.

Magnífico elenco de autores que, como no podía ser de otra manera, ha dado lugar a una excelente obra, rigurosa y sólida que tengo la suerte de poder presentar en versión española y en versión inglesa gracias a la colaboración y patrocinio de Indra, Isdefe, Navantia y Tecnobit.

El IEEE agradece al coordinador y a los autores por su excelente trabajo y a las empresas que han colaborado en la traducción de la obra.

---

**INTRODUCCIÓN**

PANORAMA GENERAL  
DE LA TECNOLOGÍA  
Y LA INDUSTRIA  
DE SEGURIDAD Y DEFENSA

*Julián García Vargas*



Parafraseando a Adam Smith, la tecnología es la nueva «riqueza de las naciones». Las que la poseen, disponen de una posición de ventaja para producir bienes y servicios de características exclusivas o en condiciones de precio y calidad superiores a los de sus competidores.

La habilidad tecnológica para inventar y diseñar y también para integrar o producir aporta ventajas competitivas que disminuyen la importancia de los demás factores de la producción, el precio del trabajo y el capital que asuma el riesgo.

El conocimiento incorporado a la tecnología, propicia la mejor formación de mano de obra, el empleo de calidad y la presencia en los mercados internacionales. La ventaja en I+D y tecnología, se convierte en fortaleza nacional, mas aún cuando se dispone de una industria que la materializa en un producto o servicio comercializable.

En definitiva, al poder de un Estado, que tradicionalmente se basó en capacidad militar y peso económico (sin base económica potente no se puede sostener el esfuerzo militar) se añade ahora la tecnología, convertida en componente esencial de las capacidades militares y económicas. La tecnología es poder y todos los Estados con ambición de contar en el concierto internacional se esfuerzan para disponer de ella.

Desde la segunda mitad del pasado siglo XX, la supremacía sustentada en la combinación de capacidad militar y económica se ha ido transformando, en favor de la supremacía económica. «El esfuerzo militar mató a la Unión Soviética», confesaba el ministro ruso de Defensa, mariscal Grachev, en los años 90. En las últimas décadas, el poder económico se desglosó en poder industrial y poder financiero. Ambos están muy relacionados pero no son exactamente igual. China es una gran potencia industrial, pero todavía no dispone de una banca eficiente e internacionalizada que la permita convertirse, gracias a sus enormes superávits comerciales, en verdadera potencia de servicios financieros.

Aunque las teorías académicas de la «economía postindustrial» auguraban una pérdida irreversible de influencia de la industria a favor de los servicios, que efectivamente se ha producido, los hechos en la última década y la crisis económica actual han reafirmado la importancia de aquella.

El éxito de Alemania y de China en la crisis iniciada en 2008 así lo demuestra. Los países que descuidaron la industria a favor de otras actividades, como España, son los más afectados por el declive. El desplazamiento del centro de gravedad económica desde el Norte del Atlántico a Asia-Pacífico se debe al traslado de buena parte de la capacidad industrial del mundo a esa región del planeta.

---

Más recientemente, a esa influencia clásica militar y económica se ha unido la tecnología, que se combina y se asocia con las anteriores. La secuencia parece ser que la industria favorece el desarrollo económico-financiero y el tecnológico y que todos unidos favorecen el poder militar.

En el campo militar, la tecnología aumenta las capacidades y reduce las incertidumbres. Permite reducir efectivos sin perder operatividad y eso ha transformado el carácter de los ejércitos. El binomio tecnología-capacidad militar es consustancial a la existencia de las fuerzas armadas desde que estas empezaron a existir de forma permanente y organizada. Por eso, en la historia de la humanidad hay innumerables ejemplos de saltos tecnológicos propiciados por los conflictos armados. En la última generación, ese binomio se ha reforzado: los Estados no quieren disponer de ejércitos numerosos, sino de ejércitos muy tecnológicos y operativos. La ola digital ha transformado los ejércitos modernos.

¿Garantiza la tecnología la supremacía militar en cualquier tipo de conflicto actual? En absoluto. Las amenazas y conflictos de nuestra época, la mayoría asimétricos, no se resuelven solo con tecnología, pero sin ella son difíciles de ganar. El espacio de combate integrado virtual, la modelización a través de inteligencia artificial, la conectividad, la robotización, las plataformas automatizadas y autónomas y el sostenimiento eficaz son los elementos que permiten afrontar con posibilidades de éxito también esos conflictos llamados asimétricos.

Por todo lo anterior, las Fuerzas Armadas procuran mantenerse en la vanguardia del conocimiento tecnológico. Realmente lo necesitan. Ese esfuerzo se expresa en ocasiones generando directamente el I+D y otras como clientes y grandes integradores del I+D producido en otros sectores.

Esa diferenciación se ha agudizado últimamente. En la última década la industria de Defensa ha sido sobrepasada como generadora de I+D por otros sectores. Entre las diez primeras empresas del mundo por inversión en I+D no figura últimamente ninguna de Defensa, al contrario de lo que sucede con el sector farmacéutico, el digital e incluso del automóvil. La razón es que los Departamentos de Defensa no disponen de los presupuestos de antaño y sus programas ya no son tan determinantes en los avances del I+D, aunque siguen teniendo una gran importancia en ciertas áreas de conocimiento.

Los ministerios de Defensa han aprendido a integrar la tecnología generada en otros sectores, evitando los costes y riesgos de ser los impulsores directos de nuevos desarrollos. También han aprendido a evaluar con anticipación y detalle la tecnología disponible y gestionar mucho mejor su adquisición con una mejor planificación, centralización y manejo de las relaciones entre la administración militar, la comunidad científico-técnica y la industria. Por su

---

parte, las empresas suministradoras están controlando con mayor precisión la maduración de la investigación y el desarrollo y sus costes.

En España, instrumentos como el SOPT (Sistema de Observación y Prospec-tiva Tecnológica) y la ETID (Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa), garantizan una evaluación previa más exacta y una planificación y ejecución más detallada de la adquisición de tecnología asociada a los programas de adquisición futura. Así se evitarán problemas de costes y entrega experimentados en el pasado, con grandes consecuencias sobre el presente.

Por otra parte, la estrategia de base industrial, determinará las capacidades tecnológicas que preferentemente deben desarrollar las empresas ubicadas en España. Teniendo en cuenta que la mayoría de los programas futuros serán multinacionales, esas serán las tecnologías de nicho que ofrecerán las mejores oportunidades para nuestras empresas.

El panorama de la industria de Defensa ha cambiado en las últimas dos décadas. Las restricciones presupuestarias en todos los países occidentales, que previsiblemente se mantendrán, acentuarán esos cambios. De hecho, en varios países, entre los que figura España, existe el riesgo de que esas restricciones, que en Defensa siempre son socialmente más populares, sean prolongadas en el tiempo.

Sería muy negativo para la industria que fuese así; también lo sería para el empleo, la innovación, la exportación y para la autonomía nacional en el campo de la Defensa. Ante ese sombrío panorama, los expertos industriales coinciden en varios aspectos sustanciales.

La *diversificación* de actividades de la industria de Defensa es imprescindible y no solo hacia el campo de la seguridad interior. En ese terreno, la demanda de tecnología se ha acelerado de forma imparable, aunque los programas en este campo no tengan la dimensión cuantitativa de los de Defensa.

La diversificación hacia sectores puramente civiles ha sido una estrategia de gran éxito en muchas empresas de Defensa. Para ello han aprovechado el I+D adquirido en programas militares y la gran capacidad para combinarlo con tecnologías procedentes de otros sectores. La *integración de sistemas* es una gran habilidad de esta industria. A ella se une la capacidad de modernizaciones sucesivas que alargan la vida de los sistemas, dentro del concepto global de sostenimiento.

En cualquier caso, esta capacidad de integrar en Defensa no está al alcance de cualquier empresa, por sofisticada que sea: para ser industrialmente capaz en defensa y seguridad hay que tener un conocimiento operativo profundo, hay

---

que conocer la peculiaridad de las necesidades operativas militares y de las fuerzas de seguridad.

La experiencia industrial en este campo garantiza el *conocimiento vertical* para introducir innovaciones ajenas al del sector, combinarlas con I+D específico y *responder a necesidades operativas de seguridad, frecuentemente muy específicas*. Sin esa experiencia es difícil tener éxito.

Por todo lo anterior, no puede dilapidarse la experiencia industrial acumulada en este sector y hay que preservarla. Ante la disminución de la demanda nacional y europea, la creciente competencia y los evidentes excesos de capacidad hay dos posibles respuestas empresariales: la especialización en nichos muy específicos o la concentración y la ganancia de tamaño.

En realidad la disyuntiva no es tan tajante: incluso cuando se opta por la *especialización de nicho*, nunca se disfruta de exclusividad de producto y hay que estar dispuesto a ganar masa crítica para poder acceder a ciertos proyectos y clientes. Cuando se opte por *ganar tamaño* se requiere alguna especialización por áreas; nadie puede hacer de todo. La respuesta depende pues de cada empresa, de su accionariado, de su capacidad financiera, de su posición relativa en el sector y de su diversificación e internacionalización.

No obstante, disponer de una base empresarial de un tamaño mínimamente comparable con el de los competidores más próximos, es una garantía para asegurarse una parte del mercado. Los grandes Estados europeos han propiciado la fusión de empresas públicas y privadas en gigantes industriales en los que aún conservan participaciones accionariales importantes, aunque cotizan en bolsa y son rentables. Competir con ellos le será muy difícil a España.

Otra opción, compatible en parte con la anterior, es la de asegurarse una participación estable en grandes grupos multinacionales que garanticen la presencia industrial en el territorio nacional. Es una alternativa correcta, pero no siempre está disponible, ya que depende de la voluntad y estrategia internacional de esos grupos, además de la voluntad propia.

Las opciones son varias y flexibles, porque también hay oportunidades de alianzas tecnológicas, de producto y de mercado, así como uniones temporales o de mayor alcance.

La *internacionalización* de este sector arrastra a las empresas y todas ellas, con independencia de su especialización y tamaño, han enfocado su negocio en esa dirección. En este proceso, una dimensión mínima es imprescindible. Por otro lado, el apoyo político a la exportación y a la internacionalización es

---

una constante de todos los gobiernos importantes. En España es de agradecer la labor que ISDEFE, DGAM y SEDEF realizan en ese sentido.

En todo el análisis sobre el futuro de la innovación y de la industria de Defensa hay que tener en cuenta la estrecha relación entre este sector y su cliente, el Estado. Este sector está vinculado a conceptos tan sensibles como la soberanía y la autonomía nacional: ningún gobierno desea depender en exceso de otro en este campo, aunque se trate de un gobierno amigo y aliado. Por eso, actualmente es igualmente imposible dejarse enteramente a merced de las «fuerzas del mercado» (alteradas por la presencia accionarial del Estado en grandes empresas competidoras) como intentar proteger a toda costa las empresas propias.

La colaboración entre empresas y Estado es pues obligada, aún en el caso de que la crisis fiscal no permita iniciar grandes programas. En la internacionalización, en la exportación, en la concentración del tamaño, en la especialización y en otros aspectos, el papel de apoyo del Estado puede ser determinante. El Estado puede también influir en la definición internacional de estándares y normativas y trasladarlas a sus adquisiciones, orientando el I+D y la producción empresarial; puede influir en la orientación de posibles programas internacionales; participa en las decisiones de la Unión Europea sobre el I+D del futuro; puede decidir sobre las capacidades de defensa o seguridad a compartir con los aliados y tener actuaciones en la esfera internacional con efectos positivos sobre el I+D y las capacidades industriales nacionales.

En el interior puede mantener una política general de I+D y de definición de sectores y subsectores estratégicos y definir las capacidades críticas que se deben conservar como nación, orientando a las empresas en sus opciones de inversión en I+D. También cabe hacer del sostenimiento, tan imprescindible, un gran área de oportunidades con proyección internacional. En época de restricciones presupuestarias esa focalización del esfuerzo en ciertas áreas es más urgente. Se puede hacer política industrial de alcance aún sin disponer de grandes partidas presupuestarias.

En nuestro país hemos acumulado experiencia, conocimiento y gran capacidad de competir en el área de plataformas navales y áreas de combate y transporte; en sistemas de simulación; en electrónica y optrónica, con alta capacidad de integración en guerra electrónica; en sensores, fusión de datos y tratamiento de señal; también en tecnologías de seguridad interior para la protección de costas y fronteras, gestión de emergencias, identificación, seguridad lógica, inteligencia, comunicaciones seguras, ciberseguridad y protección de infraestructuras. Empezamos también a tener capacidades en el área de futuro que constituyen las plataformas no tripuladas y podemos ser muy eficaces en logística y sostenimiento.

---

La preservación de capacidades tecnológicas de Defensa no puede ser solo una cuestión de protección gubernamental directa. Es también resultado de un entorno propicio para la innovación, basado en la mejor formación de ingenieros y científicos, en la colaboración estrecha con los institutos científicos públicos y privados, en la financiación favorable y en el apoyo a todo tipo de empresas innovadoras, desde las start-up hasta las maduras con tamaño y productos consolidados.

La tecnología está incluida en las políticas europeas que se enmarcan en la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD). Esa política común requiere unas capacidades militares suministradas por una base tecnológica e industrial europea.

Ese gran objetivo exige disponer de las tecnologías asociadas a dichas capacidades y supone plantearse la racionalización de la industria a nivel continental. La preocupación por las capacidades y la tecnología es tan reciente como la PCSD y la Política Exterior y de Seguridad Común, iniciadas la pasada década. La preocupación por reorganizar la industria europea se planteó ya en los años 90.

Todo esto quiere decir que las políticas tecnológicas e industriales de seguridad y defensa no se diseñan y ejecutan únicamente en el ámbito nacional; cada vez más se deciden en el ámbito europeo. Esto obliga a una presencia muy activa y sin complejos en las estancias europeas, tanto de autoridades como de las empresas. Ambas disponen de una larga experiencia obtenida a través de los grandes programas que ha gestionado la OCCAR desde los años 90.

La UE dispone de una Estrategia Europea de Investigación y Tecnología (EDRT) definida por los gobiernos, a través de la Agencia Europea de Defensa (EDA) en 2008, precedida por una Estrategia de Base Tecnológica e Industrial de la Defensa Europea (EDTiB). Además de definir 22 áreas tecnológicas prioritarias, definió 12 áreas de capacidades militares preferentes. La combinación de ambos marca los terrenos en los que los gobiernos y a las empresas deberán concentrar sus esfuerzos en I+D. El campo definido es muy amplio, lo que aporta margen para que cada uno encuentre el nicho o el área de especialización más ventajosa.

Una ventaja adicional es el enfoque amplio de la UE en I+D. Los trabajos de la EDA en tecnología de Defensa y Seguridad son paralelos a los de la Comisión Europea (Programas Marco) en tecnología civil, que incluyen las llamadas tecnologías «duales», y los de la Agencia del Espacio y Eurocontrol. Son áreas contiguas en las que pueden moverse con soltura las empresas de Defensa: su diversificación viene favorecida por las iniciativas complementarias de esas entidades.

---

Más complejo es el objetivo de racionalizar la industria europea de Defensa, donde existen innegables duplicidades. Desde mediados de los 90 hay conciencia de ellas y para abordarlas se constituyó la LOI en 1998, como órgano intergubernamental de reflexión y discusión de los seis países europeos que concentran la práctica totalidad de la industria. La EDA, creada en 2004, también tiene competencias en armamento, I+D, industria y mercados. En ambos ámbitos, los progresos a favor de dicha restructuración han sido limitados.

Ha sido la Comisión Europea, en virtud de la nueva interpretación dada al artículo 346 del Tratado de Funcionamiento de la UE (TFUE), Ámsterdam-Lisboa, la que ha tomado la iniciativa y ha puesto en marcha un proceso de creación de un mercado único de Defensa a través de las Directivas de Transferencias Intracomunitarias y de contratación de Defensa y Seguridad.

La creación de un mercado único podría propiciar, tal como ha ocurrido con otros sectores industriales en el pasado, una restructuración de la industria de Defensa que podría tener efectos positivos para unos países en detrimento de otros.

Indirectamente, hay otra consecuencia añadida de las iniciativas de la Comisión, refrendadas por el Consejo de la Unión, con implicaciones muy profundas: la inclusión de la industria de Defensa en el mercado único europeo supone la evolución desde el régimen gubernamental hasta el comunitario. Esta industria ha estado ligada históricamente a la soberanía e independencia de los Estados europeos y principios como el de seguridad de suministro y seguridad de información han enmarcado su actuación. Esa evolución debe articularse con la Política Exterior y de Defensa europea y ha de ser progresiva. Sería un error dejar que las fuerzas del mercado, por sí solas, determinasen *dónde se localizan* las capacidades industriales que deben tenerse en Europa.

Este cambio es tan profundo que la opinión pública de muchos países miembros aún no lo ha comprendido y asimilado. Sus implicaciones son grandes en una época con cifras de parados que no se veían desde hace décadas, con la industria afectada por la caída del crédito y unos Estados tan agobiados fiscalmente que deben reducir todos los capítulos de gasto público, incluido el de Defensa.

En estas circunstancias es difícil explicar a esa opinión pública que cualquier programa de inversión en un área tan ligada a la idea de Estado nacional como es la Defensa, ya no creará necesariamente puestos de trabajo en la propia industria. Los programas en Defensa, que épocas de recortes sociales no son populares, lo serán aún menos.

---

A todo lo anterior se añade el Acuerdo bilateral entre Francia y Reino Unido, que incluye los aspectos industriales y que constituye de hecho una Cooperación Reforzada Permanente, en el marco de la Unión Europea. Este acuerdo bilateral puede suponer cierta puesta en común de los grandes recursos industriales de Francia y Reino Unido, y puede tener una fuerte influencia a plazo sobre el EDEM. La industria de otros países no tendrá mucho margen para competir con ese gigante.

Si a todo lo anterior añadimos la presencia accionarial del Estado en ciertos grandes grupos industriales nacionales, que van a ser defendidos por sus respectivos gobiernos, todo hace pensar que será muy difícil llegar a una verdadera competencia y *evitar un mercado europeo oligopolístico*.

El método de reestructurar industrialmente avanzando hacia un mercado único de Defensa es formalmente correcto, pero en la Unión Europea, además de las formalidades jurídicas y de procedimiento, siempre se tienen en cuenta las realidades políticas y sociales. En múltiples ocasiones la Comisión las ha considerado para evitar el euroescepticismo y el populismo antieuropeo.

Aplicar ese método, olvidando el sabio principio aplicado en todas las grandes decisiones de la construcción de la Unión Europea consistente en que «nadie se lleva todo y nadie se queda sin nada», no es prudente y los gobiernos deben hacerlo valer.

Por último, hay en este asunto un problema de fondo sin resolver: el mercado único de Defensa no puede ser un fin en sí mismo. Debe ser un instrumento al servicio de una Política Exterior y de Defensa europea. Ante la falta de consistencia de este, los gobiernos no pueden dejar de apoyarse en el artículo 346 de los Tratados (TFUE) para garantizar la participación de su industria en el proceso de adquisición de sus capacidades nacionales.



## CAPÍTULO PRIMERO

# LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA COMO FACTOR ESTRATÉGICO DIFERENCIADOR EN EL SIGLO XXI

*José Manuel Sanjurjo Jul*

### RESUMEN

Afrontamos una época de incertidumbre y confusión, creadas por la confluencia de cambios globales simultáneos, profundos y exponenciales: estamos inmersos en la mayor transformación científica y tecnológica de la historia; asistimos a la evolución del actual modelo unipolar dominado por una única superpotencia, a un orden multipolar en el que el reparto de poder estará más distribuido; nuevos actores irrumpen vigorosamente en el escenario internacional económico, científico y tecnológico; un proceso de globalización cada vez más extenso e irreversible; y una inminente transformación de nuestro actual modelo energético.

El mundo que conocemos está cambiando muy deprisa y esta transformación no va a ser carente de sobresaltos, de inestabilidad internacional y de importantes convulsiones <sup>(1)</sup> de todo tipo.

Mantener la posición estratégica internacional en este siglo, significará, disponer tanto de la capacidad tecnológico-industrial que proporcione la ventaja competitiva en los mercados, como de cierto músculo militar, y ambas capacidades deben ser consecuencia lógica del desarrollo científico, tecnológico y del espíritu innovador y emprendedor de la nación. En otras palabras, el posicionamiento estratégico de una nación, en este siglo dependerá de la combinación de su influencia económica y militar y estas del desarrollo tecnológico y la capacidad de innovación. La historia en el siglo XXI la van a escribir la tecnología y la innovación.

### Palabras clave

**Tecnología, innovación, posición estratégica, ventaja competitiva, defensa, siglo XXI**

---

<sup>(1)</sup> Algunas de las cuales ya se están produciendo en el momento de redactar estas reflexiones.

*José Manuel Sanjurjo Jul*

**ABSTRACT**

We are faced with a period of uncertainty and confusion, created by the confluence of simultaneous, profound and exponential global change: we are currently undergoing the greatest scientific and technological transformation of human history, witnessing the evolution of the current unipolar model dominated by a single superpower to a new multipolar model in which power is wider spread. New players have burst onto the international economic, scientific and technological stages, resulting in a process of globalisation that is ever more extensive and irreversible and an imminent transformation of our energy model.

The world we know is changing very quickly and this transformation will not be without upheavals, international instability and confusion of all kinds.

Maintaining a strategic international position this century will mean having both sufficient technological-industrial capacity that ensures a competitive advantage in the marketplace, as well as military muscle. Both aspects should be a logical consequence of scientific and technological development and an innovative forward-thinking business spirit in the country as a whole. In other words, the strategic positioning of the nation will depend this century on a combination of its economic and military influence, whilst these will depend on technological development and a capacity for innovation. The history of the 21st century will be written by technology and innovation.

**Key words**

**Technology, innovation, position strategic, competitive advantage, defence, 21st century**

## ■ INTRODUCCIÓN

### ■ Competir en una era de cambio e incertidumbre

Nos ha tocado vivir una época histórica en la que confluyen varios cambios simultáneamente. En el orden internacional, la transición de un sistema unipolar bajo la supremacía de los Estados Unidos a otro multipolar aún en gestación; un proceso de globalización económico y cultural; un profundo cambio tecnológico que impulsa la transición de la era industrial a la era de la información y del conocimiento; un ciclo de desaceleración en las economías occidentales (en especial a las de los países de la zona euro), y una transformación del modelo energético actual. Todo esto, en un planeta estresado por un aumento exponencial de la población y sometido a un cambio climático, cuyas causas y efectos aún no comprendemos en su totalidad. Estos cambios, muchos de los cuales están íntimamente interrelacionados, irán configurando a lo largo del siglo el mundo en que las naciones tengan que competir.

Competir internacionalmente en el siglo XXI significará pujar por mantener o mejorar la posición en el dinámico escenario internacional. El previsible escenario, en el que ya están irrumpiendo con vigor nuevos actores que reclaman su puesto en el concierto de naciones, será el resultado de profundos cambios en el sistema económico internacional que harán que la competición sea dura y reñida.

En el aspecto de seguridad, el panorama internacional que se perfila estará presidido por la inestabilidad y la incertidumbre. Por eso, en este siglo, continuará siendo imprescindible para asegurar la posición estratégica internacional disponer tanto de músculo económico, como de músculo militar, y ambos deben ser consecuencia lógica del desarrollo científico, tecnológico y del espíritu innovador y emprendedor de la nación. *En otras palabras, el posicionamiento estratégico de una nación, en este siglo dependerá de la combinación de su influencia económica y militar.*

En el caso particular de España, mejorar o conservar su actual posición relativa en este escenario internacional, pasará, primero por mantener una ventaja competitiva cultural, comercial e industrial en el exterior y en el interior, y segundo por disponer de los medios de defensa y seguridad que, en primer lugar, nos aseguren la consecución de nuestros objetivos nacionales y la protección de los intereses propios, y simultáneamente nos permitan contribuir equitativamente a las alianzas militares a las que pertenecemos o pertenezcamos en el futuro.

### ■ La bola de cristal

Sería arriesgado, pretencioso e imprudente por mi parte, intentar predecir cuál será la evolución precisa del entorno estratégico durante el presente siglo, tanto

en sus aspectos industrial, económico y tecnológico, como en el de la defensa y de la seguridad. Hay en el horizonte demasiadas incógnitas, variables y posibles puntos de discontinuidad en el proceso, que según en qué dirección cambien o fluctúen, pueden conducir a escenarios que resultarían complemente diferentes (con la aparición de distintos centros de poder, de nuevas relaciones políticas y comerciales y nuevas alianzas de seguridad). Existe unanimidad en los diferentes estudios estratégicos que se han publicado recientemente<sup>(1)</sup> de que entramos en una era de incertidumbre y de profundas transformaciones, y si se me permite la frivolidad, lo que sí se puede afirmar sin demasiado margen de error, es que el XXI, va a ser cualquier cosa menos un siglo aburrido.

Si bien tratar de predecir el futuro es un ejercicio acientífico y estéril, no lo es analizar los potenciales escenarios según la excursión de las variables que los condicionan, porque ello nos permitirá planificar para los que consideremos más probables, y tener listas estrategias de contingencia para los que, aun siendo menos probables, son posibles y, en ambos casos, tratar de prevenir y de influir en las variables que más inciden en el resultado. El análisis de tendencias sigue siendo una herramienta racional para afrontar esta era de incertidumbre.

Con las actuales tendencias en la mano, lo que podemos pronosticar, es que la competición internacional, –en el más amplio significado del término–, se librará en un mundo más global, cada vez más tecnificado, más impredecible en el aspecto de seguridad, más multipolar, con nuevas potencias emergiendo (China, India...) y otras en franca retirada, y con la creciente influencia de actores no estatales como grupos religiosos, étnicos, crimen organizado, terrorismo, etc.; un mundo en el que la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación serán los factores clave para mantener la ventaja competitiva de las naciones.

Aun dejando aparte los posibles puntos de discontinuidad provenientes de las zonas endémicas de conflictos del planeta –que pueden desembocar en guerras con utilización de armamento nuclear que, en determinados casos, podrían acarrear la alteración brusca del flujo de combustibles fósiles– el futuro estará caracterizado por el cambio y el previsible desplazamiento del centro de gravedad económico y de poder hacia el sureste del Pacífico, desplazamiento que producirá las lógicas turbulencias e inestabilidades.

Hacia el 2025 la población del planeta se habrá incrementado en más de 1.000 millones de habitantes, lo que supone una considerable presión adicional sobre los recursos planetarios. Hacia la misma fecha, previsiblemente nuestro actual modelo energético habrá entrado en crisis. Como telón de fondo a estos cambios, existen innegables evidencias de que se está produciendo un incremento de la temperatura media del planeta, o dicho en términos termodinámicos, está aumentando la energía interna de la atmósfera con consecuencias que aún no entendemos del todo, pero que inevitablemente tendrá un efecto en la produc-

---

<sup>(1)</sup> Yo destacaría el *Global Trends 2025, Atransformed World* del National Intelligence Council

ción de alimentos, en los transportes y en que dejen de ser habitables ciertas partes del globo, lo que acarreará movimientos masivos de poblaciones.

El tema no es trivial ya que si no fuésemos capaces de mantener nichos de ventaja competitiva en este nuevo mundo que se está configurando, estaríamos poniendo en peligro nuestro bienestar, nuestro estándar de vida, nuestra posición en el orden internacional y en último extremo nuestra libertad. Mantener la ventaja competitiva individualmente como nación y como parte de las organizaciones supranacionales a las que pertenezcamos será un tema de supervivencia.

El hilo conductor de mi contribución será, primero definir el escenario mundial desde la perspectiva de la economía y de la seguridad, para después pasar a analizar con más detalle el panorama tecnológico y su previsible evolución. Seguidamente, proceder a identificar los mecanismos de la ventaja competitiva, con especial atención a la tecnología e innovación para, a continuación, pasar a analizar el impacto de la previsible evolución tecnológica en la competición industrial y de la defensa.

Para concluir, la tesis final será, que para España, la única opción viable, es buscar la ventaja competitiva sostenible en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación, concentrándose en aquellas áreas que le sean más propicias por su cultura, por su tradición, por su situación geográfica, por sus recursos, y por su tejido social e industrial. Y que basar la competición en la tecnología y en la innovación, no solo requerirá mejorar los procesos de generación del conocimiento, sino crear y optimizar nuevos procesos de integración y explotación del mismo.

## ■ EL ESCENARIO, INTERPRETANDO LAS TENDENCIAS

### ■ El escenario global

Creo que una reflexión sobre el papel que la tecnología y la capacidad de innovación jugarán en mantener la ventaja competitiva en este siglo<sup>(2)</sup>, requiere primero entender en qué campo tendrá lugar la dura competición internacional. Como ya dije en la introducción, sería pretencioso predecir la evolución del escenario internacional del presente siglo en toda su extensión, por eso se impone acotar el problema circunscribiéndonos al periodo más limitado del 2025/2050, periodo que es la referencia temporal a la que la mayoría de analistas suelen referirse. En ese periodo más concreto, aún podrán ser válidas muchas de las extrapolaciones que hagamos basadas en las tendencias actuales, y eso nos permitirá analizar la influencia que tendrán la tecnología y la

---

<sup>(2)</sup> Quiero alertar al lector, para evitar confundirlo, de que parto de la hipótesis de que el peso estratégico que tenga una nación es función directa de su ventaja competitiva a nivel mundial.

innovación a la hora de determinar –si se me permite el símil futbolístico– qué naciones seguirán jugando en la primera división, cuáles descenderán y cuáles subirán de división.

- *Un sistema en evolución*

A la hora de leer la bola de cristal, como hipótesis de trabajo, suponemos que el proceso de evolución de lo que llamamos sistema internacional seguirá una progresión continua –aunque no lineal– es decir, que no se producirán discontinuidades que alteren de tal manera la trayectoria del proceso, que hiciesen imposible cualquier prognosis. El lector es consciente de que pueden producirse acontecimientos imprevisibles de todo orden, catástrofes naturales, pandemias, derrocamientos de regímenes, guerras locales de alta intensidad, etc., cuya probabilidad es baja, pero que de ocurrir, sus consecuencias en un mundo tan interrelacionado serían muy graves e invalidarían cualquier predicción basada en la hipótesis de la continuidad.

Si desestimamos estos potenciales puntos de discontinuidad –que como dije, de producirse podrían conducir a escenarios impredecibles–, el sistema internacional seguirá la evolución, de acuerdo con las actuales tendencias, hacia un mundo en que el poder, en todos sus aspectos, estará más distribuido alrededor de nuevos polos de influencia, es decir un mundo multipolar. Entre los nuevos centros de poder y de influencia se perfilan las naciones denominadas BRIC<sup>(3)</sup> y de ellas destacan como nuevas potencias tecnológicas, económicas y militares, China e India, con las que necesariamente habrá que contar en el futuro.

Aunque la primera mitad del siglo XXI va a seguir siendo un siglo «americano», la influencia relativa de los EE.UU. en el nuevo mundo será menor, el enorme coste de ser la única potencia global –como siempre ha ocurrido en la historia– terminará pasando factura. Pero en términos de ciencia, tecnología e innovación, el liderazgo de los EE.UU. seguirá siendo indiscutible durante décadas, aunque en muchos campos, los competidores ya han comenzado a reducir distancias.

Otra tendencia en la que coinciden todos los analistas, es la creciente influencia que en el ámbito internacional tendrán distintos grupos no estatales supranacionales, con fines y objetivos tan diversos como pueden ser el de las bandas de crimen organizado, o de grupos terroristas, ecológicos, religiosos y «antisistema».

Como consecuencia de este proceso global de evolución, es muy posible que al final del periodo 2025/2050 no queden ni siquiera vestigios del sistema internacional que se diseñó al final de la Segunda Guerra Mundial.

Una discontinuidad predecible, yo diría que inevitable, que implicará enormes consecuencias políticas y económicas, –en la que el papel de la tecnología será de-

---

<sup>(3)</sup> Brasil, Rusia, India y China

terminante—, será el cambio de nuestro actual modelo energético. Nuestra civilización se basa en el espejismo de un suministro interrumpido de petróleo a un precio razonable, en el que la demanda y el suministro se auto equilibran. Es evidente que es cuestión de tiempo que este sistema colapse más o menos abruptamente.

Si políticamente se decidiese buscar una solución tecnológica al problema, —que probablemente ya llegase tarde para el momento en que la demanda de combustibles fósiles líquidos y gaseosos sobrepase a la oferta de suministro— y las economías desarrolladas dejasen de depender del petróleo, las consecuencias económicas y políticas para los países productores serían enormes, pero también lo serían para los flujos internacionales de capital en las inversiones, etc. Este será uno de los aspectos en el que los avances tecnológicos tengan mayores repercusiones estratégicas en el presente siglo.

### ■ El cambio en el sistema económico

El mayor cambio en el horizonte temporal que estamos considerando será el creciente peso relativo en la economía mundial de los países BRIC<sup>(4)</sup>. Hacia el 2040, el PIB del conjunto de estas cuatro naciones igualará al de las naciones del G7 y esta es una realidad que no puede ignorarse ya que tendrá importantes implicaciones en la economía internacional

Pero hay otro aspecto de la ascensión de los países BRIC que conviene tener presente y es que, las naciones occidentales, que siempre hemos preconizado un sistema económico basado en el libre mercado tendremos que competir con los sistemas económicos híbridos de estos países: el capitalismo estatal<sup>(5)</sup>. Un tema importante, porque mantener una ventaja competitiva en los mercados de estos países, trascenderá la pura competitividad de las empresas, para trasladarse en algunos aspectos de la competencia al ámbito de los gobiernos y de los Estados.

Otra consideración que no podemos obviar, será la incorporación de una buena parte de las poblaciones de China, India y Brasil a una economía de consumo y el creciente proceso de urbanización que está teniendo lugar en estos países, que supondrá una enorme presión sobre los recursos de materias primas, energía, alimentos y agua. (Esto sin tener en cuenta el incremento de la población mundial en 1.000 millones de habitantes para el 2025).

### ■ La evolución del escenario de la Defensa y Seguridad

No deberíamos asumir que una evolución tan extensa y profunda vaya a ser pacífica y carente de conflictos: un cambio de esta naturaleza en un periodo

<sup>(4)</sup> Según el informe *Global Economics Paper N° 99 October 2003*. Goldman Sachs, China sobrepasará el PIB de los EEUU en el 2030 y a Japon en el 2015; India sobrepasará a Japon en el 2025

<sup>(5)</sup> En la literatura académica se conoce como «state capitalism»

relativamente corto de tiempo, inevitablemente generará tensiones, vacíos de poder transitorios, reclamaciones territoriales, flujos masivos de población, etc. Cuando se analiza el Conflict Barometer Report<sup>(6)</sup>, no se puede ser optimista en lo referente a la tendencia del panorama futuro de la seguridad. Según dicho informe el número de conflictos no ha cesado de aumentar en los últimos años, y todo parece indicar que no avanzamos hacia un planeta más pacífico y estable, sino más bien todo lo contrario.

Un sistema multipolar en el que diversas naciones con intereses encontrados compiten por su parte de poder internacional, en el que grupos transnacionales tienden a tener más poder será, inevitablemente, más inestable y más impredecible que el sistema unipolar que hoy conocemos. Por otra parte, zonas del planeta en las que estados débiles solían estar bajo el control y la protección de uno de los bloques, paulatinamente se están quedando a merced de grupos terroristas, de traficantes, de piratas<sup>(7)</sup>, etc.

Pero, resulta aún más preocupante que un panorama internacional más confuso con el poder más distribuido y menos definido pueda propiciar que alguna nación por motivos políticos, ideológicos, o religiosos caiga en la tentación de recurrir a una confrontación a gran escala, con la posibilidad de que desembogue en un conflicto con empleo de armas WMD<sup>(8)</sup>. Un conflicto de esta naturaleza podría tener consecuencias impredecibles para el orden internacional y la economía mundial, máxime porque esta situación podría afectar dramáticamente al normal suministro de hidrocarburos.

Si tuviésemos que resumir el previsible panorama para el periodo que nos hemos impuesto, deberíamos admitir que las probabilidades de una confrontación de alta intensidad han disminuido significativamente (si descartamos las áreas endémicas de conflicto larvado que podrían desembocar en un guerra de impredecibles proporciones). Pero, por el contrario, aumentará el número de conflictos de bajo-medio nivel, en los cuales será más frecuente la intervención de grupos no estatales y el empleo de tecnología casera con tecnología sofisticada. Nuestras fuerzas tendrán que estar dotadas para este tipo de guerra híbrida.

## ■ EL ESCENARIO TECNOLÓGICO, INMERSOS EN UNA ERA DE CAMBIO

Una vez analizado el previsible panorama económico y de seguridad, le toca ahora el turno al escenario científico y tecnológico, al que, dado el objeto del presente trabajo, lógicamente dedicaremos una especial atención.

---

<sup>(6)</sup> Heidelberg Institute for International Conflict Research

<sup>(7)</sup> Según el International Maritime Bureau, en el 2006 los piratas capturaron un total de 188 rehenes, en 2010 el número de rehenes capturados fue de 1181

<sup>(8)</sup> Weapon of mass destruction (WMD por sus siglas en inglés): armas de destrucción masiva.



## ■ Un mundo en evolución tecnológica

A fuerza de repetirlo se está convirtiendo en un tópico, pero que el mundo está cambiando, no lo es en absoluto. Nos encontramos inmersos en la mayor transformación científica y técnica de la historia de la humanidad, una transformación sin precedentes por su extensión, por la índole de los cambios y por la rapidez con la que se están produciendo.

Un cambio que no está siendo ni lineal, ni continuo, ni homogéneo en todas las disciplinas científicas, ni en todas las áreas técnicas, ni en todas las regiones geográficas y menos aún, lo está siendo en los diferentes sectores industriales. Incluso en las naciones desarrolladas como la nuestra, conviven actualmente centros de producción de la era industrial con centros de la era de la información y del conocimiento y zonas geográficas que se han convertido en focos de generación de conocimiento, con otras en las que lo que predomina son las actividades basadas en mano de obra intensiva.

El efecto inevitable de ese cambio desigual en el tejido industrial y tecnológico, es un flujo centrífugo de las actividades de producción herederas de la Revolución Industrial –que en general están basadas en el empleo intensivo de mano de obra de baja-media cualificación– desde las zonas desarrolladas, hacia zonas con abundante mano de obra disponible y con salarios más bajos. Del mismo modo, se está produciendo un movimiento centrípeto de las actividades productivas de la era de la información, hacia *zonas de concentración de conocimiento*, que a su vez generan un tejido industrial de alta tecnología y gran valor añadido.

Pero ni siquiera tener centros de investigación o de desarrollo de primera línea puede asegurar el desarrollo y la creación de empleo. Si se quiere que la tecnología y la innovación generen puestos de trabajo en una nación, es necesario disponer de una fuerza de trabajo con la educación y formación adecuada a la nueva economía basada en el conocimiento.

Estos fenómenos, aunque son eminentemente sociales y afectan a la totalidad de un país, tienen una importancia específica en la base industrial de la defensa, ya que, en general, las plataformas navales y terrestres se producen en centros de la era industrial, mientras que las plataformas aéreas y los sistemas se producen en industrias de la era de la información. Volveré más tarde sobre este tema.

En nuestra sociedad, la transformación técnica y científica afecta a todos los ámbitos de la actividad humana. La tecnología, controla nuestra salud, nuestro dinero, nuestras comunicaciones, educa a nuestros hijos, nos transporta alrededor del planeta, nos alimenta, ocupa nuestro ocio, se ha hecho imprescindible.

ble para el desarrollo de nuestra vida profesional y vela por nuestra defensa. Vivimos ya en una civilización tecnológica y cada vez dependeremos más de maquinas, que paulatinamente irán aumentando su inteligencia sintética y se comunicarán directamente entre sí por medio de la red<sup>(9)</sup>.

La percepción de cambio que tiene el ciudadano de la calle –que no es más que la punta del iceberg– la tiene por los artefactos que el mercado de consumo pone a su disposición: el ordenador personal cada vez más potente, conexión a Internet con cada vez mayor ancho de banda, redes wi-fi omnipresentes, etc., pero sobretodo, el teléfono móvil, que hoy forma ya parte imprescindible de nuestra vida. Muchas de estas innovaciones, lo que nos proporcionan es una «conectividad» que era impensable hace solamente unos pocos años, que no solo nos facilita la comunicación inalámbrica entre personas, sino que también nos permite acceder a almacenes de información y conocimiento a nivel planetario. Es esto, la integración del conocimiento, lo que realmente está cambiando la sociedad<sup>(10)</sup>. ¿Pero, nos hemos parado a meditar cuál es el verdadero motor de este cambio?

### ■ El motor del cambio

El cambio al que estamos asistiendo es mucho más que un desarrollo espectacular de las tecnologías de la información y la posibilidad de tener teléfonos móviles más o menos capaces, iPhones, iPads, televisión a la carta, y toda una gama de artilugios y servicios similares. A lo que realmente estamos asistiendo, es al efecto de la acumulación exponencial del conocimiento codificado de la humanidad, que en combinación con la facilidad para difundirlo y la posibilidad de acceder a él desde cualquier lugar del planeta –desde incluso un teléfono móvil–, está transformando profundamente nuestra sociedad. Este proceso acumulativo y realimentado de generación, integración y difusión del conocimiento tiene un efecto multiplicador que producirá avances, –que aunque de momento no sean tan visibles–, generarán cambios globales mucho más profundos a lo largo del siglo.

Hace dos décadas se estimaba que el conocimiento humano se duplicaba cada diez años (hoy probablemente se duplique cada bastante menos) ¿Por qué se está produciendo la acumulación del conocimiento de forma geométrica? La razón es que hoy disponemos de la tecnología para almacenar cantidades ingentes de información, procesarla en periodos muy cortos y distribuirla globalmente y casi instantáneamente a cualquier parte del planeta; en otras palabras nos estamos *digitalizando globalmente*.

<sup>(9)</sup> El concepto de un Internet de los objetos, o lo que se conoce en el mundo anglosajón como el IOT (Internet of Things).

<sup>(10)</sup> Mientas que escribo estas reflexiones en mi portátil puedo estar accediendo a la Librería de Congreso (el mayor deposito del Conocimiento codificado de la humanidad) para comprobar referencias. ¿No es esta una verdadera revolución cultural?

El proceso acumulativo y exponencial de creación de conocimiento –en cuyo núcleo está la digitalización– será lo que acabe desembocando en el siglo XXI en una revolución tecnológica global, que será la que realmente determine la posición estratégica de las naciones según cuál sea su capacidad para gestionar el cambio. El siglo XXI será un siglo digital.

Para entender el verdadero efecto de la digitalización, permítaseme citar a Nicholas Negroponte<sup>(1)</sup>, que enunció en su famoso libro «Being Digital» que el principio filosófico de esta revolución era simplemente «*cambiar átomos por bits*». Es decir, transferir a formato digital electrónico, bits, todo lo que hoy manejamos en el formato físico, átomos. No quiero excederme en este tema, pero creo que es muy obvio que el formato físico pierde importancia a pasos agigantados: el periódico en papel, el CD, el libro impreso, las cartas, las facturas, el manual de instrucciones, etc. Los átomos pierden terreno a favor de los bits. Pero la digitalización es más que un cambio de formato, es también transferir la funcionalidad que tradicionalmente se realizaba con elementos mecánicos al mundo de los bits.

Sin embargo, el verdadero efecto revolucionario de la digitalización es el impacto que el crecimiento de la potencia de proceso tiene en el desarrollo de numerosas disciplinas de la ciencia y de la ingeniería, lo que podíamos definir como la capacidad de generar conocimiento mediante bits. Hoy, no existe ni una sola disciplina científica o técnica que no dependa de técnicas digitales para su avance. Piénsese que sin la digitalización a gran escala hubiera sido imposible descifrar el genoma humano o simular el comportamiento físico de diseños como aviones, buques, puentes, edificios, etc.

Aunque yo me atrevería incluso a ir un paso más lejos que Negroponte y enunciar que esta revolución no se limita únicamente a cambiar átomos por bits, sino a la de «*cambiar neuronas por bits*». Es decir, transferir funciones mentales humanas a procesadores digitales. Y aquí entra en escena uno de los temas fundamentales de la revolución digital que va tener el efecto más profundo en los cambios que veremos en este siglo, la explosión del empleo de la *inteligencia artificial (sintética)*. Cuando trate el tema de la automatización y robotización volveré al tema en la influencia de la tecnología en la Defensa. Y aún hay un paso más inquietante, en el que no creo que deba entrar en este trabajo, –un terreno lleno de arenas movedizas– que es el de la *integración de neuronas y bits*.

¿Por qué ocurre precisamente ahora la revolución digital? La respuesta es simple, por la Ley de Moore. El núcleo de la revolución digital, lo que realmente la hace posible, es el microprocesador. Este componente, sigue una línea evolutiva que se remonta al descubrimiento del transistor en 1947 que

---

<sup>(1)</sup> Fue director del MIT Lab del Massachusetts Institute of Technology. Autor del libro *Being Digital*

sigue en 1959 con la fabricación de los primeros transistores con tecnología «waffer», en 1961 con el primer circuito integrado en una oblea que marca el comienzo de la fabricación de microprocesadores. La evolución de los microprocesadores de 4 bits a los actuales de 64 bits ha supuesto un paso gigantesco en la capacidad de proceso. En 1965 Gordon Moore enunció su mítica ley en la que predecía que la capacidad de proceso de estos componentes se duplicaría cada dos años. Y no es solo que creciese exponencialmente, es que el precio de un MIPS<sup>(12)</sup> ha descendido también exponencialmente, hasta el punto de hacer asequible al consumidor medio disponer de capacidad de proceso a precios razonables, lo que hace una década era únicamente asequible para una institución oficial.

Lo sorprendente es que esta ley, que se sigue cumpliendo para los microprocesadores, también se cumple para los demás componentes electrónicos básicos, sensores, pantallas, etc., lo que explica el crecimiento exponencial que a su vez se ha producido en diversos campos de la ciencia, la técnica y la ingeniería que dependían de disponer de la necesaria potencia de cálculo para su desarrollo<sup>(13)</sup>.

Moore solamente se refería en su ley empírica al crecimiento de las prestaciones del soporte físico (hardware), sin embargo la parte visible de la capacidad de los ordenadores es el soporte lógico (software). ¿Pero puede el desarrollo de software, seguir a Moore? Fue Nathan Myhrvold el que vino a darle la réplica a Moore enunciando que «el software crece en tamaño y complejidad a una velocidad superior a la ley de Moore». Ya tenemos al hardware y al software creciendo exponencialmente.

### ■ Las tecnologías que proporcionaran la ventaja competitiva en el siglo XXI

- *Las otras revoluciones; las tecnologías que van a cambiar el mundo*

El lector puede consultar numerosas fuentes solventes en las que se identifican las tecnologías críticas que tendrán verdadero impacto en el presente siglo<sup>(14)</sup>. Las fuentes son muy variadas, y también son distintos los enfoques, pero en general existe una cierta unanimidad a la hora de señalar cuáles de ellas van a experimentar un desarrollo espectacular, como por ejemplo las biotecnologías,

<sup>(12)</sup> Millions of Instructions per Second = Millones de instrucciones por segundo.

<sup>(13)</sup> Sin embargo fue el propio Moore el que alertó que si no se cambiaba radicalmente de tecnología de fabricación de microprocesadores se estaba llegando a los límites de la física y su ley podría dejar de cumplirse alrededor del 2020 (PUNTO DE DISCONTINUIDAD CRÍTICO). Sin embargo la experiencia demuestra que el crecimiento de la tecnología en su conjunto es exponencial, y cuando una se agota y llega al límite de sus posibilidades, otra toma el relevo. De hecho en este tema hay ya varios candidatos compitiendo para el fabuloso premio del relevo.

<sup>(14)</sup> El lector puede consultar numerosos informes sobre futuras tendencias tecnológicas, por citar uno de ellos «Disruptive Civil Technologies» del National Intelligence Council es un buen ejemplo.

las energías renovables, los biocombustibles, las tecnologías para el almacenamiento de energía, la robótica, la nanotecnología, y la nueva generación de Internet de las máquinas y los objetos.

No es ni mucho menos mi intención y creo que se saldría fuera del alcance de estas reflexiones, realizar un análisis sistemático y pormenorizado de las tecnologías individuales que tendrán un efecto determinante en este siglo, pero sí creo que para entender cómo la ciencia y la tecnología van a contribuir a definir el reparto de poderes e influencia, es necesario analizar la estructura de los diferentes clusters de tecnologías que van a ser críticas a la hora de perfilar el futuro. Porque todo indica que estamos entrando en una fase totalmente nueva de desarrollo tecnológico de consecuencias impredecibles, que afectarán fundamentalmente al actual orden internacional.

Creo que ya ha quedado lo suficientemente claro que en el núcleo de la gran transformación científico-tecnológica que se vislumbra en las próximas décadas, seguirá estando la digitalización. Internet está evolucionando hasta convertirse en una red, no solo de ordenadores sino también de máquinas y objetos, un cambio del que no me atrevo a adelantar las consecuencias.

En un mundo dominado por la tecnología, no nos debería de sorprender que los atributos que son necesarios para mantener la ventaja competitiva en el mundo civil comercial sean prácticamente los mismos que, como veremos más adelante, necesitará nuestro combatiente digital. En la sociedad civil, los factores críticos serán la conectividad, la automatización y robotización y la movilidad. De todos ellos, el atributo determinante en este siglo será la conectividad, no como un elemento para mejorar la capacidad de comunicación entre individuos, o para satisfacer sus necesidades de ocio, sino como el factor clave para lograr la ventaja competitiva global. Una sociedad que no entienda y no asimile el valor dominante de la conectividad en la competición internacional tendrá la partida perdida de antemano.

La conectividad, en un mundo digital, era en principio, la capacidad de transferir la máxima cantidad de bits entre los productores, las bases de datos y los distintos utilizadores. Pero este contexto irá evolucionando a medida que lo hagan, impulsadas por los continuos avances de la digitalización, el concepto de plataforma única de comunicación, el interfase hombre-máquina, la capacidad de procesamiento distribuida «on demand» e Internet. El otro aspecto que influenciará la evolución de la conectividad será, como es lógico, el desarrollo de las infraestructuras tanto del segmento terrestre como del segmento espacial. Creo innecesario subrayar que posicionarse en todos los clusters tecnológicos relacionados con la conectividad será un factor diferenciador en la competición internacional.

Junto a las tecnologías relacionadas con la conectividad, existe una constelación de tres clusters tecnológicos, íntimamente interrelacionados que van a jugar un papel determinante en la revolución tecnológica global de este siglo: *biotecnologías, nanotecnologías y las tecnologías de nuevos materiales*. De la combinación de los resultados del desarrollo de estos clusters tecnológicos van a salir las soluciones a muchos de los problemas y a las crecientes necesidades que se le plantearán en un planeta superpoblado que afronta un cambio climático y la carencia de materias primas y recursos naturales. Pero es que además, las innovaciones que se produzcan en esta constelación de tecnologías van a proporcionar una ventaja competitiva considerable en campos como la energía, el manufacturado, etc., es decir, una dominante posición estratégica en relación a sus competidores en segmentos críticos.

Un área que requiere especial mención es el de la energía en general. El modo en cómo se gestione la tecnología para efectuar el inevitable cambio de modelo energético alrededor del 2030 va a ser determinante para muchas naciones. Conseguir el equilibrio óptimo de la triada del sector energético: seguridad de suministro, sostenibilidad y competitividad, exigirá la revolución técnica en sistemas de distribución inteligentes, innovación en métodos de almacenamiento y desarrollo tecnológicos en generación distribuida.

## ■ **TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y POSICIÓN ESTRATÉGICA EN EL SIGLO XXI**

### ■ **La ventaja competitiva**

Para entender el papel que juegan la tecnología y la innovación en la posición estratégica de una nación es necesario comprender su efecto sobre la ventaja competitiva y la de sus empresas en el escenario internacional.

No creo que hoy en día alguien ponga en duda la correlación existente entre los niveles alcanzados por una nación en ciencia, ingeniería, tecnología, y capacidad de innovación<sup>(15)</sup>, con su crecimiento económico y desarrollo indus-

<sup>(15)</sup> Ciencia, ingeniería y tecnología son conceptos que no siempre se utilizan de manera rigurosa. Hablando en sentido estricto, en todo proceso racional de la mente humana conducente a resolver un problema práctico o a dar satisfacción a una necesidad tangible, existen tres niveles de conocimiento, que aunque interconectados son procesos independientes.

El primero, el plano científico, es en el que radica el «know why», es decir, la base del conocimiento de cómo se comporta la naturaleza para el fenómeno que nos interesa. Por ejemplo para el diseño de un radar, las ecuaciones que rigen la propagación de ondas electromagnéticas en la atmósfera, las que rigen su reflexión, la recepción, las relacionadas con el tratamiento de la señal...etc. pertenecían al conocimiento científico. Otro tipo de conocimiento distinto es el que se requiere para diseñar los distintos elementos que materializaran los conocimientos científicos, que es el que enmarcamos en el campo de la ingeniería. Una cosa es conocer las ecuaciones de Maxwell y otra completamente diferente es diseñar una antena eficiente. Aquí es donde radica el «know what»-

trial. Sin embargo esta correlación no puede considerarse biunívoca y mucho menos lineal. La afirmación de que el avance científico conduce al desarrollo tecnológico, y que este se convierte directamente en ventaja en el mercado, hoy simplemente no se sostiene. Y menos válida es aún, la hipótesis de que las innovaciones tecnológicas generan automáticamente riqueza.

Los cambios tecnológicos son, desde luego, uno de los factores determinantes a la hora de incrementar la competitividad, y podemos afirmar que estos, en general generan riqueza, pero no para todo el mundo. La aparición de nuevas tecnologías y de innovaciones técnicas crea oportunidades para la aparición de nuevas industrias y negocios, pero también el riesgo de que quiebren y desaparezcan otros, que no puedan o no sepan adaptarse al ritmo de cambio. El cómputo total final, que no tiene necesariamente que ser positivo, dependerá de muchos y variados factores interrelacionados entre sí a nivel nacional e internacional, que actuarán de manera diferente en cada tipo de industria y en cada empresa particular.

Y tampoco creo que ya nadie dude, que la competición en el siglo XXI vaya a centrarse en el conocimiento y en las ideas. No quiero parecer demasiado maltusiano, pero el hecho de que habitemos un planeta finito sometido a una demanda exponencial de recursos, significa que habrá que dar respuesta a los enormes problemas que planteará esta situación; problemas relacionados con energía, alimentación, salud, vivienda, educación y medio ambiente. ¿Hay alguna otra alternativa racional, que la de recurrir a la ciencia y la tecnología para resolverlos? Tecnología e innovación van a ser los factores determinantes a la hora de seleccionar a los ganadores de la competición internacional. Para una nación, mantener la posición estratégica relativa en el orden internacional, teniendo como telón de fondo el cambiante escenario de este siglo<sup>(16)</sup>, exigirá mantener la ventaja competitiva sostenida y adaptativa, cultural, industrial comercial y militar, a base de una buena gestión de su recurso más valioso, la materia gris.

En lo referente a ciencia y tecnología, en este siglo dormirse en los laureles puede resultar fatal. La globalización y la creciente competencia de las economías de rápido desarrollo (ERD)<sup>(17)</sup>, traerán como consecuencia la modificación del escenario tecnológico internacional tal y como lo conocemos hoy. Los grandes centros de generación de conocimiento se encontraban hasta ahora

---

Y por último está el plano en donde radican las habilidades y el conocimiento que permiten construir, integrar y probar un sistema, aquí es donde realmente radica el «know how» práctico, que en última instancia es el que marca la diferencia en términos de competitividad. Me resultaría imposible, y por otra parte sería excesivamente tedioso para el lector si mantuviese a lo largo del trabajo esta diferenciación entre los tres distintos planos, por eso el lector debe ser indulgente y perdonarme de antemano la ligereza con la que utilizare a partir de ahora el término «tecnología».

<sup>(16)</sup> La ventaja militar la trataré más tarde.

<sup>(17)</sup> Brasil, India y China

concentrados sobre todo en los EE.UU., Europa y Japón, pero lo mismo que asistimos a un desplazamiento del centro de gravedad económico hacia Asia, también estamos asistiendo a un fenómeno paralelo para el conocimiento, que va a estar más distribuido alrededor de nuevos focos. En el futuro, ninguna nación –ni siquiera los EE.UU.– podrá ser líder simultáneamente en muchos campos de la ciencia y de la tecnología, (ni tampoco podrá sustentar una hegemonía militar global en todo el amplio espectro de los posibles conflictos).

Es decir que la competición se librará también en el campo del conocimiento, por lo que en el plano nacional, será necesario realizar un esfuerzo coordinado de toda la sociedad para mantener la ventaja sostenible en determinados nichos científicos y tecnológicos que se consideren críticos. Para una nación, el resultado de esta competición, será el que al final, en gran medida determine la riqueza, el estándar de vida de los ciudadanos, su peso específico en el orden internacional y en último término su capacidad de defensa.

Asegurar una ventaja competitiva global en determinados segmentos industriales y militares, significará estar entre los ganadores de la feroz competición tecnológica internacional. Es decir, en nuestro caso, determinará el lugar que España ocupe en el mundo del futuro.

### ■ Las lecciones de la historia

¿Qué nos enseña la historia acerca de los ganadores y perdedores? Michael Porter comenzaba su ya clásica obra «The competitive Advantage of Nations» haciéndose la pregunta fundamental de por qué unas naciones han tenido éxito en la competición internacional y otras no. Aunque la pregunta que hoy nos deberíamos de hacer es cuáles serán los factores que, en un mundo cada vez más global, interdependiente e inmerso en el mayor cambio tecnológico de la historia, determinaran qué naciones salgan victoriosas de la competición internacional y cuáles se queden rezagadas.

Analizar el pasado es siempre un buen punto de partida, sin embargo, a la hora de extrapolar sus lecciones, debemos ser tremendamente cautos, ya que las teorías y los argumentos válidos para explicar lo que ha ocurrido en un mundo en el que la ventaja residía en factores propios de una economía aún dominada por la última fase de la Revolución Industrial, no nos van a arrojar mucha luz sobre un siglo como el actual, que se caracterizara por un cambio tecnológico exponencial y de naturaleza esencialmente diferente a lo que hemos visto en el pasado<sup>(18)</sup>.

En general las naciones que en el pasado han sabido adaptar y asimilar más rápidamente y gestionar mejor las nuevas tecnologías, han tenido más éxito que las que se han mostrado más reacias a asumir innovaciones. Pero nunca

---

<sup>(18)</sup> Desgraciadamente las teorías evolutivas son analíticas, no predictivas, sólo nos proporcionan tendencias.



en el pasado hemos asistido a un cambio tan extenso, profundo y rápido como el actual, por eso para poder seguir la marea del cambio, se impone establecer estrategias selectivas.

¿En una época de cambio como la nuestra, por qué tecnologías deberíamos apostar? A nivel nacional, el éxito consistirá en elegir entre aquellas que van a impulsar la siguiente revolución tecnológica y apostar prioritariamente por los clusters de tecnologías que mejor se adapten a las condiciones de contorno y a las características particulares de cada nación, y ser lo suficiente creativos para adelantarse y adaptar las estrategias a los cambios del mercado.

Pero, no solo resultará crucial acertar en la elección de los clusters adecuados, otro aspecto que tendrá un efecto fundamental en la competitividad es la capacidad de una nación para transformar su potencial científico y tecnológico en ventaja competitiva en los mercados. En último término, la posición estratégica que detente una nación va a depender de la capacidad que tenga para poner en valor el potencial de su tejido científico-tecnológico.

- *El Sistema Nacional de Innovación*

Poner en valor la potencialidad tecnológica y la capacidad de innovar a nivel nacional depende de la facilidad para conectar a los productores de conocimiento y generadores de ideas con los consumidores de las mismas, que son los encargados finales de trasladarlas al mercado en forma de productos y servicios. Esta capacidad es función de la interacción de numerosos factores que forman lo que hoy se conoce en la literatura profesional como el Sistema de Innovación Nacional (National Innovation System, NIS)<sup>(19)</sup>.

El NIS puede representarse conceptualmente como un modelo en el que están identificados todos los actores –intramuros y extramuros– que intervienen en el proceso de innovación, y en el que también están caracterizadas todas las interrelaciones entre ellos, lo que permite cuantificar su eficacia. Describir un potencial modelo para España, excedería el alcance de este trabajo<sup>(20)</sup>.

Más que la tasa de crecimiento de una nación, el verdadero factor determinante para predecir su potencial y su posicionamiento estratégico en el futuro, será el índice de eficacia de funcionamiento de su NIS. Por ejemplo, el resultado de la puja entre los EE.UU., la Unión Europea, China e India por el liderazgo mundial en el desarrollo tecnológico, –si dejamos a un lado posibles discontinuidades–, va a depender de cómo estas naciones sean capaces de optimizar sus respectivos NIS y de definir las estrategias adecuadas de desarrollo.

<sup>(19)</sup> [Global Trends 2025. National Intelligence Council](#)

<sup>(20)</sup> El lector interesado en el tema puede encontrar una ingente cantidad de información, simplemente navegando en Internet con el encabezamiento de [National Innovation System](#), que es como se reconoce en la literatura profesional.

Los factores que determinan que una sociedad sea creativa e innovadora y que sepa poner en valor esta capacidad (un NIS eficaz) son múltiples, algunos de ellos tangibles y otros más intangibles y, por lo tanto, más difíciles de evaluar y cuantificar. Por ejemplo, la *actitud para alentar la creatividad* en una sociedad, es un factor intangible, pero al mismo tiempo fundamental para generar innovación. Es un factor que depende de aspectos culturales e históricos fuertemente enraizados en cada sociedad, y por lo tanto difícil de recrear o de trasplantar partiendo de cero a otro lugar. ¿Por qué en una ciudad relativamente pequeña como la Florencia del Renacimiento llegan a pasearse por sus calles Miguel Ángel, Leonardo y Rafael?

La *receptividad de los gobiernos y de las administraciones a ideas innovadoras* es otro factor que lógicamente tiene una influencia significativa en el NIS, no sólo directamente en lo que se refiere a la eficacia de la investigación pública, sino porque los gobiernos, como importantes consumidores de tecnología –como por ejemplo el sector de la defensa– determinan indirectamente con sus decisiones la orientación y la vitalidad del sistema. Por ejemplo, una actitud negativa a la hora de asumir riesgos en el desarrollo de nuevas tecnologías, podría estar cercenando indirectamente vías de innovación. Como muestra del efecto negativo, creo que es suficiente conocida la resistencia inicial de la Royal Navy a reconocer la importancia estratégica de la propulsión a vapor y como ejemplo paradigmático de la rápida receptividad hacia una tecnología absolutamente innovadora, el proyecto Manhattan.

La facilidad de *acceso a la financiación, la movilidad laboral y los mecanismos legales de derecho de propiedad intelectual*, son otros de los factores que se consideran normalmente a la hora de evaluar la eficacia del NIS. Pero los factores realmente determinantes son *el factor humano, la infraestructura TIC, la infraestructura organizativa de I+D, la estrategia nacional de investigación y la estrategia nacional de penetración de mercados*.

El factor humano es algo que no puede improvisarse y aunque en algunos casos se puede recurrir a captar «cerebros» en el exterior, esto lógicamente es algo excepcional y al final de cuentas, la capacidad va a depender de la cantera propia<sup>(21)</sup>, que a su vez es consecuencia directa de la eficacia y calidad del sistema educativo. Y si hemos llegado a la conclusión de que la competición en este siglo va a ser sobre conocimiento e ideas, no es nada exagerado enunciar *que la ventaja competitiva de una nación, va a depender en gran medida, de la eficacia de su sistema educativo para formar la cantidad de titulados con la calidad que requiera la nueva economía*.

Un tema controvertido es cuál debe de ser el papel de la financiación pública a la hora de establecer y financiar el esfuerzo tecnológico, porque también las reglas del juego en este aspecto están cambiando. Los economistas liberales

---

<sup>(21)</sup> Una vez más recorro a un símil futbolístico

sostenían hasta muy recientemente que las que competían en el campo internacional eran las compañías no las naciones<sup>(22)</sup>, sin embargo la experiencia más reciente contradice –o al menos modifica– esta afirmación, porque a lo que estamos asistiendo es que, cada vez más naciones actúan con estrategias competitivas globales e integradas gobierno-industria<sup>(23)</sup>. Hay que tener presente que las economías de las naciones BRIC tienen una fuerte intervención pública en muchos sectores y no pueden considerarse economías de libre mercado en toda la extensión del término. Sus sistemas son lo que se denomina *capitalismo de Estado*, y aquí está la paradoja, ¿cómo puede una compañía privada –aun suponiendo que tiene un tamaño considerable– competir en I+D en un sector en el que una nación, como por ejemplo China, decide que es estratégico e invierte en él enormes cantidades de fondos públicos? ¿Cómo puede una compañía privada, competir en el mercado internacional con otra pública que tiene detrás todo el apoyo institucional de un Estado que además puede movilizar importantes resortes políticos, económicos y militares?

En cualquier caso, a la larga, con un modelo de mercado libre o con uno de capitalismo de Estado, una nación para ser competitiva en su conjunto necesita tener empresas competitivas, sean estas públicas o privadas. Firmas que sean capaces de crear valor<sup>(24)</sup> y de ser rentables.

Así como el NIS es un buen instrumento para evaluar el potencial que tiene una nación para convertir su capacidad tecnológica en valor, a nivel de empresa, para entender el efecto de la tecnología en su ventaja competitiva, la mejor herramienta de análisis es recurrir a analizar su cadena de valor<sup>(25)</sup>.

La tecnología afecta a la ventaja competitiva de una empresa, en tanto en cuanto contribuya a mantener su posición de ventaja en el mercado, en coste y en diferenciación de productos. Dicho de una manera más simple, en que sea capaz de vender servicios y productos, en un mercado cada vez más disputado, que resulten más atractivos por su coste, por su diseño, por su innovadora tecnología, por su singularidad o por una combinación de algunos de esos atributos. Es decir, que contribuya a mantener la ventaja tanto si se sigue una estrategia de competir en coste como la de competir en productos innovadores.

La tecnología, de una manera o de otra interviene prácticamente en todas las actividades de la cadena de valor de una empresa, y esto es independiente del contenido tecnológico de los productos que produce o el segmento industrial en el que compite. No existe una receta mágica para determinar cómo inyectar los avances tecnológicos en las distintas actividades de la cadena de valor. De esto dependerá precisamente del espíritu innovador de la empresa. Pero como

<sup>(22)</sup> Consúltese a Michael Porter en la obra citada anteriormente.

<sup>(23)</sup> Este fenómeno, que se inició en la industria de defensa, se está ahora trasladando a otras industrias.

<sup>(24)</sup> Lo que los compradores están dispuestos a pagar por lo que se les ofrece.

<sup>(25)</sup> Porter, Michel. *Competitive Advantage*. The Free Press 1985

norma general, cuanto más sea una industria capaz de adaptar las tecnologías digitales, la automatización y la robotización a sus procesos, mayor será su competitividad.

### ■ **Tecnología, energía y competición**

El modo en cómo se gestione la tecnología para efectuar el inevitable cambio de modelo energético que se producirá alrededor del 2030, va a ser determinante para muchas naciones. Esto va a ser especialmente crítico para naciones como España que cuenta con escasos recursos de combustibles fósiles, y por lo tanto, extremadamente dependiente de la importación, una situación de vulnerabilidad estratégica y económica.

Ya me he referido con anterioridad a la potencialidad del cluster formado por las biotecnologías, las nanotecnologías y las de los nuevos materiales, pues bien, de la explotación y la combinación de ellas saldrá, en gran medida, la solución a nuestras necesidades futuras de energía.

### ■ **Ciberespacio, conectividad y robotización**

Vivimos en una sociedad digital, el funcionamiento del gobierno, de los servicios públicos, de nuestros negocios, del sistema bancario, de la bolsa, e incluso de la defensa, dependen en abstracto, del ciberespacio y de su expresión más tangible, Internet. El ciberespacio será la espina dorsal de la capacidad tecnológica, económica e industrial de este siglo.

Por otra parte, en un mundo dominado por la tecnología, nos debería sorprender que los atributos que son necesarios para mantener la ventaja competitiva en el mundo civil comercial sean prácticamente los mismos que necesitan nuestros combatientes digitales. En la sociedad civil de este siglo los atributos críticos serán *la conectividad, la automatización y robotización y la movilidad* (como veremos estos mismos atributos serán los del futuro combatiente).

De todos ellos, el atributo determinante en este siglo será la *conectividad*, no como un elemento para mejorar la capacidad de comunicación entre individuos, o para satisfacer sus necesidades de ocio, sino como el factor clave para lograr la ventaja competitiva global. Una sociedad que no entienda y no asimile el valor dominante de la conectividad en la competición internacional tendrá la partida perdida de antemano.

La conectividad, es la expresión más visible de la revolución digital, ya que en el fondo se trata de transferir a través del ciberespacio, la máxima cantidad de bits conectando a los productores, las bases de datos con los distintos utilizadores. Pero el concepto de la conectividad irá evolucionando a medida que

evolucionen, impulsadas por los continuos avances de la digitalización, el concepto de plataforma única de comunicación, el interfase hombre maquina, la capacidad de procesamiento distribuida «on demand» e Internet. El otro aspecto que influenciará la evolución de la conectividad será la cobertura global y el aumento de ancho de banda, lo que como es lógico, pasa por el desarrollo de las infraestructuras tanto del segmento terrestre como del segmento espacial.

## ■ TECNOLOGÍA Y POSICIÓN ESTRATÉGICA MILITAR

Creo que ya lo formulé anteriormente, pero permítaseme que como introducción a esta sección, me reafirme en la tesis de que para que una nación como España pueda mantener su posición estratégica en este siglo necesitará, por un lado conseguir una ventaja tecnológica-científica que le garantice su puesto en el ranking económico mundial, y por el otro, mantener una capacidad militar que sea la consecuencia lógica de su desarrollo tecnológico, industrial y económico. Así que, una vez analizado el efecto de la tecnología en la ventaja competitiva de una nación, ha llegado el momento de plantearnos cómo la revolución tecnológica afectará al mundo de la defensa. Me gustaría aclarar que excluiré de este apartado las tres tecnologías que anteriormente identifiqué como las impulsoras de la que será la siguiente gran revolución tecnológica. La razón de excluir a la biotecnología, que sin ninguna duda jugará un papel fundamental en este siglo, es porque en mi opinión prevalecerán los acuerdos internacionales sobre la utilización de armas biológicas. En cuanto a la nanotecnología, su estado actual de madurez hace difícil predecir cuál será su impacto en la defensa a gran escala. En consecuencia me limitaré, casi exclusivamente, a analizar el impacto de la revolución digital en el campo de batalla.

### ■ El impacto de la tecnología en el campo de batalla del siglo XXI

- *El carácter y dimensión de los futuros conflictos en este siglo. Fukuyama Vs Huntington*<sup>(26)</sup>

Retomando la tesis de la necesidad del componente militar, desgraciadamente, en un mundo cada vez más impredecible y crecientemente inestable<sup>(27)</sup>, en el que además las instituciones internacionales son cada vez más débiles, no será

<sup>(26)</sup> Francis Fukuyama publico en 1989 en la revista *International Affairs* el artículo «The End of History?», que en 1992 se convirtió en el libro «The End of History and the Last Man», en el cual, argumentaba que tras el fin de la Guerra Fría, la democracia liberal marcaría el final de la evolución ideológica de la humanidad.

Samuel P. Huntington es el creador de la teoría de que, tras el fin de la Guerra Fría, las religiones y las identidades culturales serán la mayor fuente de conflictos. Los principios de su teoría se publicaron en 1993 en la revista *Foreign Affairs* bajo el título «The Clash of Civilizations», que también posteriormente amplió en un libro.

<sup>(27)</sup> En el momento de escribir estas reflexiones Túnez y Egipto se encuentran convulsionadas por revueltas populares y Libia envuelta en una guerra interna.

posible disfrutar de influencia internacional sin disponer de cierto músculo militar ya que, en un mundo con una economía globalizada que se sustenta en la creciente libre circulación de bienes y servicios, y en un ciberespacio libre, resultará esencial mantener el orden y las leyes que garanticen este tráfico. Si las organizaciones transnacionales y las naciones fuesen incapaces de imponer las leyes internacionales, –por otros medios o por la fuerza– sencillamente se haría imposible el normal desarrollo del comercio mundial, el orden internacional se deslizaría peligrosamente hacia un panorama cada vez más caótico, agravado por la proliferación de Estados incapaces de ejercer su autoridad sobre todo tipo de agentes no estatales (con creciente influencia sobre ciertas zonas geográficas)<sup>(28)</sup>.

Como ya comenté al comienzo de estas reflexiones, de la lectura del informe «Conflict Barometer 2009»<sup>(29)</sup>, se deduce inmediatamente, que la tendencia desde el año 1945, ha sido un incremento constante del número de conflictos de bajo y medio nivel y paralelamente a una estabilización en el número de los de alto nivel, por lo que no parece que vayamos a habitar un planeta cada vez más pacífico, sino más bien todo lo contrario. De continuar esta tendencia, el panorama más previsible, será la proliferación de conflictos de bajo nivel, y mucho menos probable una confrontación de alto nivel entre naciones<sup>(30)</sup>. Atrás han quedado las optimistas previsiones del «peace dividend», y la visión del mundo de Francis Fukuyama por lo que me parece que estamos más próximos a las predicciones de Huntington. La proliferación de conflictos de baja intensidad nos forzará a intervenir frecuentemente en zonas distantes de nuestras fronteras, tanto por razones de derecho internacional como por razones de derechos humanos o, simplemente, por la necesidad de proporcionar ayuda humanitaria.

Pero, no es que únicamente aumente el número total de conflictos, es que el propio carácter de los mismos también está cambiando. La clase de combate al que tendrán que enfrentarse en el futuro nuestros combatientes será previsiblemente de tipo híbrido, en el que por una parte habrá una combinación de tropas regulares, irregulares, paramilitares, civiles armados, etc., en escenarios congestionados (combate urbano, áreas de gran tráfico marítimo, etc.), ¡una nueva niebla de la guerra!<sup>(31)</sup>, y por otra parte se dará la concurrencia de

---

<sup>(28)</sup> Si no estuviésemos interviniendo en el Índico, hubiese quedado ya interrumpida cualquier actividad marítima en la zona, con las enormes consecuencias económicas que ello hubiese acarreado.

<sup>(29)</sup> Heidelberg Institute for International Conflict Research. University of Heidelberg. Existen otras instituciones que realizan informes de contenido similares.

<sup>(30)</sup> Sin embargo debemos tener presente que al menos existen tres zonas geoestratégicas con conflictos crónicos enquistados que en cualquier momento pueden desembocar en una guerra a gran escala en la que no se puede descartar la utilización de armas nucleares.

<sup>(31)</sup> El conflicto que se está librando en el momento de finalizar estas reflexiones en Libia es un claro ejemplo. En un mismo teatro de operaciones concurren fuerzas OTAN, irregulares, civiles armados, fuerzas regulares libias, mercenarios y con toda seguridad fuerzas de operaciones especiales de terceros países.

amenazas de alta tecnología y con otras rústicas, pero eficaces<sup>(32)</sup>. En el mismo teatro se desplegaran bombas de cuneta de fabricación casera con misiles antiaéreos individuales cada vez más sofisticados; piratas y terroristas armados con misiles antibuque o vehículos no tripulados aéreos, terrestres, de superficie o submarinos.

Recapitulando, por una parte no se puede descartar que nuestros combatientes tengan que intervenir en un conflicto de alta intensidad y por consiguiente deben dotarse para esa posibilidad, pero por otra parte sus intervenciones más probables serán en conflictos de baja intensidad en los que tengan que enfrentarse a un abanico de armas de alta tecnología y otras de fabricación casera. Esta ecuación solo puede resolverse a base de tecnología, esta debe ser la ventaja competitiva del combatiente del futuro. Solamente les podremos proporcionar protección, movilidad, conectividad, precisión y robotización mediante la innovación tecnológica.

En otro orden de cosas, en unas pocas décadas, la tecnología ha ampliado de manera espectacular las dimensiones de la guerra tal y como la conocíamos hasta hace poco; los combates que hemos visto en la primera fase de última guerra de Irak son un anticipo de la guerra multidimensional, en la que se integra la acción en las tres dimensiones espaciales y en la dimensión del espectro electromagnético, para producir un efecto simultáneo y devastador sobre el enemigo; un efecto al que un ejército unidimensional con tácticas y estructura clásica, sencillamente, no puede enfrentarse.

Esta acción integrada es el producto de una evolución desde el concepto de combate centrado en las plataformas (en el que lo importante era la capacidad individual y el número), pasando por el concepto de redes de plataformas (en el que se empezaba a sacar partido de la sinergia de las capacidades de distintas plataformas), hasta el concepto de campo de batalla integrado y virtual, en el cual todos los actores comparten datos y coordinan acciones; es decir un subconjunto del ciberespacio.

Pero al mismo tiempo que se produce esa evolución hacia una especie de gran organismo virtual –técnicamente posible gracias a la actual revolución digital–, se está produciendo otro fenómeno no tan evidente, consistente en que la tecnología está extendiendo el campo de batalla a los tres continuum<sup>(33)</sup>: el continuum océano, que ha sido hasta ahora el tradicional –que la tecnología abrió en la época de los descubrimientos–, el espacial, y el ciberespacio. La nación que quiera en el futuro mantener cierto grado de superioridad militar, tendrá

<sup>(32)</sup> Los explosivos de cuneta IED, son un ejemplo.

<sup>(33)</sup> Me tomo la libertad de utilizar la palabra latina continuum, para definir un ámbito regulado por acuerdos internacionales, pero en el que las naciones ejercen únicamente una soberanía limitada. En particular me referiré a tres continuum: el Océano, el Espacio Exterior y el Ciberespacio.

que lograr la ventaja competitiva en el campo de batalla integrado digital, en el espacio y en el ciberespacio.

Sin embargo, debemos de ser cautos y pensar que los potenciales enemigos no van a luchar una guerra en términos clásicos y enfrentarse frontalmente allí donde nosotros tenemos una aplastante superioridad. Nuestros enemigos plantearan la lucha en términos asimétricos, utilizando baja o alta tecnología según su conveniencia, y sin ninguna duda, si les es posible, ampliarán el combate a los continuum del espacio y el ciberespacio, que hoy por hoy es donde radican nuestras mayores vulnerabilidades.

Tendemos a considerar la guerra asimétrica como un fenómeno actual, pero no puedo resistirme a recordar, que desde que David derribó al hoplita Goliat –un pastor con una onda y un cayado, y un soldado armado con la mejor tecnología de la época– buscar la asimetría ha sido siempre consustancial con la guerra.

#### ■ **¿Qué papel va a jugar la revolución tecnológica en la capacidad militar?**

Los cambios revolucionarios en la tecnología bélica, aunque no han sido frecuentes, tampoco han sido algo nuevo a lo largo de la historia. En el pasado ha habido transformaciones tecnológicas que han tenido una gran repercusión, como fue por ejemplo el empleo masivo de la artillería en el campo de batalla y a bordo de los buques. El impacto de esta innovación técnica se hizo sentir tanto en el ámbito militar, como en el político, social y geoestratégico –como dice Carlo Cipolla<sup>(34)</sup>, la supremacía europea en la época de los descubrimientos y posterior expansión, fue debida a la combinación de velas y cañones–. Sin ir más lejos, no podemos ignorar que la fabricación de la enorme cantidad de artillería de hierro que demandaban los buques de línea del XVIII, fue un importante aliciente para el desarrollo del alto horno, que fue a su vez el embrión de la siderurgia y a la postre de la Revolución Industrial<sup>(35)</sup>.

Desde un punto de vista puramente técnico, podemos considerar que la Primera Guerra Mundial fue la primera guerra tecnológica de la historia; la guerra en que por primera vez las máquinas se utilizaron de manera general y extensa en el campo de batalla. En ella debutaron nuevas máquinas de guerra y se perfeccionaron otras ya existentes. Esta fue la guerra del empleo de la aviación militar, de la aparición del carro de combate, del submarino como arma oceánica, del torpedo como arma decisiva, de las direcciones de tiro de artillería, de la coraza naval, del empleo de la turbina de vapor y de la utilización de la incipiente química industrial al esfuerzo bélico. Pero será durante la Segunda Guerra Mundial cuando asistamos al empleo sistemático del conocimiento

---

<sup>(34)</sup> Ver *Cañones y Velas* del mismo autor

<sup>(35)</sup> La artillería de hierro fundido, sustituyó a la artillería de bronce a bordo de los buques, por una simple razón económica. El coste de un cañón de bronce se hizo prohibitivo por el incremento de coste del cobre.



aplicado al esfuerzo bélico. Todas las naciones beligerantes recurrieron a movilizar todos sus recursos científicos, académicos, y tecnológicos para tratar de conseguir la ventaja competitiva definitiva sobre el adversario<sup>(36)</sup>.

Y llegamos a la Guerra Fría, que junto con la carrera espacial fue simple y llanamente una competición tecnológica, que se fue realimentando en una espiral de amenazas y sistemas para anular las amenazas, hasta que uno de los contrincantes no pudo resistir el reto por extenuación económica.

Pero ahora, al contrario de lo que ocurrió en el pasado en el que necesidades operativas inmediatas eran las que espoleaban la inventiva, no es únicamente la amenaza la que impulsa la transformación técnica de los ejércitos, el verdadero impulsor es el profundo cambio tecnológico que está experimentando la sociedad en general, o para ser más precisos, la presión del mercado civil de la tecnología. Los ejércitos cambian hoy en gran medida porque los arrastra el maremoto de la revolución digital.

La previsible tendencia futura será que la presión de la demanda y la correspondiente frecuencia de renovación tecnológica que genera, hagan que el mercado civil se desarrolle más rápido de lo que lo haga la demanda militar. Ni naciones con un volumen de gasto en defensa como los EE.UU. pueden continuar manteniendo múltiples líneas de desarrollo tecnológico de uso exclusivamente militar, Si exceptuamos las tecnologías de utilización exclusivamente para aplicaciones militares, los ejércitos, cada vez con más frecuencia, recurrirán a adaptar las que desarrolla el mercado. Es lo que se ha dado en llamar componentes COTS<sup>(37)</sup>.

El profundo cambio tecnológico que está viviendo nuestra sociedad seguirá teniendo profundas consecuencias en el ámbito de la defensa (consumidor tradicional de alta tecnología) que no puede mantenerse al margen de la revolución digital y se verá impulsado a continuar la profunda revisión y transformación de las fuerzas armadas, para adaptarlas a combatir en el mundo que se nos avecina; básicamente en un mundo digital en el que nadie debe dudar que la ventaja competitiva del combatiente será la tecnología <sup>(38)</sup>.

### ■ Por fin el combatiente digital, y el espacio de combate integrado

Como ya ha quedado recalcado a lo largo de estas reflexiones, tanto en conflictos de alta, como en los de baja intensidad, la ventaja competitiva del com-

<sup>(36)</sup> Solamente el Proyecto Manhattan movilizó a más de 100.000 técnicos superiores de instituciones oficiales, de la industria privada y del mundo universitario.

<sup>(37)</sup> Commercial off the shelf = Solución Comercial lista para su uso.

<sup>(38)</sup> Recientemente existe un cierto escepticismo sobre la ventaja competitiva proporcionada por la tecnología o para ser más concreto sobre el concepto RMA. Ver por ejemplo el reciente informe del UK MOD «Future Character of Conflicts». Yo no puedo estar más en desacuerdo con esta corriente, la única manera de mantener nuestra superioridad y mejorar la protección de nuestros combatientes será apostar por la innovación y toda una serie de nuevas tecnologías.

batiente no puede basarse en la masa y en la saturación, tendrá que hacerlo necesariamente en la tecnología, y sobre todo la tecnología que sea capaz de generar valor añadido de la información y del conocimiento. Pero que la ventaja de nuestros combatientes radique en la tecnología, no quiere decir ni mucho menos que persistamos en el concepto operativo, que al final del siglo XX se dio en llamar RMA (Revolución of Military Affairs)<sup>(39)</sup>. Una especie de bálsamo de Fierabrás, que iba a solucionar todas las futuras batallas. Sin embargo, tan peligroso sería creer ciegamente en el paradigma del RMA, como extrapolar experiencias actuales a hipotéticos futuros conflictos y bajar la guardia en lo referente a la tecnología con la que dotemos a nuestros combatientes.

Resultaría totalmente inaceptable, que mandásemos a un combatiente al campo de batalla con tecnología inferior a la que utilizan nuestros escolares en sus videojuegos o con una conectividad inferior a la que ya disponen cualquiera de nuestros adolescentes. Creo que esto bien merece una reflexión.

Si hay algo en lo que podemos estar seguros es que nadie puede predecir de manera precisa el carácter de la siguiente guerra. ¡No caigamos en el error, del que nos acusan frecuentemente, de prepararnos para la guerra pasada!

- *El espacio de combate integrado virtual*

Los enormes avances tecnológicos que están teniendo lugar en el mundo civil, que están día a día construyendo y evolucionando el ciberespacio, van a impulsar la utilización masiva en el campo de batalla de las técnicas de digitalización y de las tecnologías de la información, facilitando la implantación del paradigma de la conectividad, es decir, la de lograr un verdadero espacio de combate integrado virtual (virtual porque el soporte material y lógico del sistema está distribuido en una amplia área geográfica) que guarda un cierto paralelismo con el ciberespacio del mundo civil e incluso de alguna manera podría considerarse que forma parte de él.

Fenómenos como la evolución de Internet hacia una red de objetos y no sólo de ordenadores, la creciente utilización de recreaciones virtuales de la realidad en diferentes campos de la ciencia y ingeniería y nuevos conceptos como el de «cloud computing», adaptados al mundo militar, acelerarán aun más la implantación del paradigma del *Espacio de Combate Integrado*, ya que facilitarán no sólo la comunicación directa entre todo tipo de maquinas y componentes entre sí, sino la interacción entre mundos virtuales y el mundo real, con efectos que aún no podemos predecir.

Volviendo al tema que nos ocupa, en el nivel físico el concepto de espacio de combate integrado, irá evolucionando hacia un sistema que aglutine todos los

---

<sup>(39)</sup> Future Character of Conflict. UK MOD

sensores<sup>(40)</sup>, todos los nodos de proceso, todas las plataformas (tripuladas o no tripuladas), todos los recursos en órbita y todos los sistemas de armas en el teatro y todos los combatientes, mediante un tejido de redes de alto ancho de banda que permita intercambiar información de alta calidad en tiempo real.

En este paradigma, en el nivel de la información, cualquier elemento del sistema, no sólo tendrá la capacidad de recolectar la información relevante del medio (directamente del teatro de operaciones de combate), sino que podrá acceder a extensos bancos de datos y aplicaciones software situados en otros nodos de información, lo que le permitirá expandir y aumentar su conocimiento del escenario de la acción, es decir la *realidad amplificada*. A su vez, el componente del sistema, procesará la información, la utilizará para su misión y la intercambiará con otros combatientes,..., un gran sistema virtual de sistemas.

En el nivel cognitivo, la combinación de inteligencia humana y sintética (artificial) permitirá la «percepción» en tiempo real del estado preciso del teatro de operaciones, y la construcción de modelos virtuales que permitirán la utilización óptima de los recursos en el preciso momento y mantener la iniciativa sobre el enemigo. Elaborar una percepción del medio mediante elementos sensoriales, procesar la información, intercambiarla con otros centros de proceso, y activar las respuestas motoras específicas, ¿no es esto una forma de cerebro virtual?

La propia sencillez y elegancia de este modelo conceptual, oculta la enorme complejidad técnica de su implementación y de su posterior evolución. Pero, una vez implementado un verdadero espacio de combate integrado virtual, las ventajas para el combatiente son evidentes:

- Lograr una visión total e integrada del entorno del teatro de operaciones con una misma referencia espacial y temporal. Todos los participantes estarán compartiendo la misma visión de la realidad, dónde están las fuerzas propias, dónde las enemigas, cómo están maniobrando, cuáles suponen una amenaza inminente, etc.
- Tener una visión total e instantánea del espacio de combate tiene la clara ventaja de ir por delante del oponente en cualquier maniobra.
- El tiempo de reacción para las decisiones de mando y control se acortará considerablemente.
- La asignación del arma óptima al blanco más amenazante se realizará automáticamente sin tener que seguir los procesos burocráticos habituales.
- Se conectará la logística con la fuerza de la manera más eficiente.

Se cumple el sueño dorado de todo combatiente, ver lo que hay más allá de la colina (Liddell Hart) y se despeja «la niebla de la guerra» (Clausewitz). Es lo

---

<sup>(40)</sup> Sensores, que cada vez son más asequibles, están mejor conectados, están más distribuidos, pesan menos y ocupan menos volumen.

que hoy en día se denomina la superioridad del conocimiento del espacio de combate.

Por otra parte, la creciente miniaturización de toda la electrónica digital facilitará nuevos desarrollos en el campo de las armas inteligentes, mejorando la precisión y discriminación de blancos; características clave para dotar al combatiente de mayor potencia de fuego basada en la información y no en el concepto de saturación.

Los ejes tecnológicos pilares del concepto del espacio de combate integrado virtual, son la *conectividad* y la *automatización*.

- *Conectividad. Enchufar y combatir*

La conectividad es la capacidad que tienen todos los elementos del espacio de combate integrado para poder intercambiarse información, es decir, la facilidad de conectarse al tejido de redes mediante el acceso global inalámbrico en tiempo real con gran ancho de banda. Pero este concepto está evolucionando rápidamente; ya no se tratará de intercambiar simplemente información, el futuro combatiente –lo mismo que ya hacemos hoy de alguna manera con nuestros iPods y teléfonos inteligentes– intercambiará aplicaciones de software y compartirá recursos de proceso según lo requiera la situación táctica. Esta capacidad será la esencia del futuro, paradigma de la conectividad, ir hacia un ecosistema digital del espacio de combate.

Disponer de alcance global con alto ancho de banda pasa por disponer de una infraestructura consistente entre otros medios, en constelaciones de satélites, de UAVs y otro tipo de plataformas que aseguren la cobertura total de la zona de conflicto. Y al mismo tiempo, al igual que ya ocurre en el mundo civil, la tendencia futura será que el ancho de banda aumente exponencialmente. Por lo que si queremos sacar provecho de toda la información disponible y de la capacidad de compartir recursos de proceso a través de todo el espacio, la tecnología de las redes, comunicaciones vía satélite y los enlaces con UAVs, tendrán que evolucionar en esta dirección. Pero algo más que eso, crear un tipo de conectividad que distribuya el proceso de información y que las aplicaciones de software no residan necesariamente en la plataforma o en el combatiente individual añade un nivel nuevo de complejidad en los diseños.

Piénsese, por un momento, en un espacio de combate multinacional con fuerzas terrestres, navales y aéreas, con robots sobre el terreno, y vehículos aéreos no tripulados; el tejido de redes puede ser realmente complejo y a pesar de la interoperabilidad, conseguir la conectividad puede ser una tarea difícil. La tecnología tiene que resolver que las redes se autoconfiguren, para el utilizador tiene que ser algo tan sencillo como *enchufar y combatir*.

Me gustaría hacer una última consideración; la conectividad en el mundo digital es un diálogo entre máquinas que se intercambian sus propios mensajes según sus propios protocolos. Para los operadores, el proceso es opaco y lo único que nos es visible es la interface que nos permite dialogar con un terminal. Pues bien, prácticamente la única manera en la que podemos dialogar hoy por hoy con nuestros ordenadores es mediante un teclado alfanumérico o una pantalla táctil. Cualquiera de las dos soluciones ocupa las manos del operador y durante unos segundos distraen su atención del medio, y esto en un momento crítico de un combate puede ser una cuestión de vida o muerte.

En el futuro, la manera natural de comunicarnos con una máquina deberá ser la palabra, sin descartar otras relacionadas con nuestro lenguaje corporal, como indicarle a la máquina en qué dirección miramos (este tipo de comunicación se está ya empleando en sistemas de armas) o yendo más lejos, mediante sencillas órdenes mentales. Estoy completamente convencido que en las próximas décadas veremos avances significativos en esta área.

- *Automatización y robotización*

Un requisito del espacio de combate integrado será la capacidad de procesar en tiempo real o casi real automáticamente ingentes cantidades de información. La tendencia es que, a medida que la tecnología permita que se avance en la automatización de los procesos, la información crezca exponencialmente en volumen y complejidad.

Pero la automatización de los procesos no se utilizará únicamente en el nivel superior de los sistemas, sino también a niveles de plataformas, de equipos e incluso de los combatientes individuales. De hecho, tanto en la vida civil como en el mundo militar, cada vez habrá más elementos «inteligentes» conectados al ciberespacio.

Con el fin de facilitar la comprensión del tema, voy a considerar tres aspectos diferentes de su aplicación militar:

- El primer campo de aplicación es en los «nodos» del espacio de combate integrado virtual. Lo que llamamos nodos puede tener a su vez la complejidad del sistema de combate de una fragata o de un sistema mando y control. En realidad, ya estamos operando sistemas con ese nivel de automatización, como es el caso, por ejemplo, del sistema de combate de las fragatas clase Álvaro de Bazán.
- El segundo campo de aplicación es en lo que llamamos control de las plataformas. Estos sistemas son, hoy en día, extremadamente complejos por el número de parámetros que tienen que controlar, por la variedad de funciones automáticas que tienen que realizar y por el nivel de fiabilidad que se requie-

re de ellas. Piénsese por ejemplo que todos los aviones de combate actuales son aerodinámicamente inestables y no podrían volar si no estuviesen dotados de sistemas automáticos de control; o que la gestión de navegación en inmersión y la de su nuevo sistema de propulsión anaeróbico, de nuestro submarino S-80 estará gestionado por un sistema automático.

- El tercero es el de los robots, es decir el de la automatización asociada a plataformas no tripuladas tanto en lo referente al tratamiento de la información como en el de control de la plataforma.

Creo necesario dedicarle algún espacio a este último aspecto, debido a la enorme influencia que tendrá en el futuro campo de batalla.

### ■ **La robotización del espacio de batalla digital**

El campo de batalla ya ha comenzado a robotizarse. La tendencia claramente apunta en la dirección de un creciente papel de los robots en el campo de batalla digital.

Durante los próximos decenios, asistiremos a la aparición de nuevos tipos y de nuevas generaciones de los ya existentes, que convivirán y operarán conjuntamente con las plataformas tripuladas. Esta va a ser un área de enorme desarrollo durante este siglo.

El principio básico de la robotización militar es sacar al operador de la plataforma y pasar a controlarla desde una estación en tierra o desde otra plataforma tripulada.

Hoy tenemos tecnología para implementar este concepto sin ninguna dificultad. Sacar al operador de la plataforma complica el lazo de control, pero a su vez presenta claras ventajas: el tamaño del vehículo se reduce considerablemente y en consecuencia lo hacen todos sus parámetros de diseño como la potencia de propulsión, los servicios vitales del operador, su sistema de protección, etc. Si se trata de plataformas aéreas, además desaparecen las limitaciones de maniobras por encima de determinadas «g», y la duración de las misiones, que impone la fisiología del piloto. En el caso de robots submarinos también resulta bastante intuitiva la ventaja de sacar al operador del vehículo. Los robots permitirán reducir considerablemente el riesgo físico y el número de bajas de nuestros combatientes.

### ■ **Cerebros analógicos en un mundo digital**

La utilización en operaciones de robots militares crece constantemente, pero su futuro como elemento esencial en la composición de los ejércitos, va a estar en gran medida condicionada a los avances que se logren en inteligencia artifi-

cial, en la capacidad de proceso disponible y en las soluciones energéticas que le faciliten su movilidad autónoma.

Previsiblemente, durante este siglo, la evolución de la capacidad «cerebral» de los robots va a seguir una pauta similar a la que siguió la naturaleza. Para mejor comprensión del lector, quiero aclarar que en todas mis consideraciones parto de *la hipótesis digital*, es decir, de que cualquier funcionalidad de un cerebro biológico puede ser emulada mediante tecnología digital.

Hoy existe tecnología para poder fabricar robots con la *inteligencia instintiva* equivalente a un reptil; es decir capaz de, mediante integración de sus sensores, construir una imagen del universo circundante, descubrir la amenaza o el alimento y actuar consecuentemente, pero todo dentro de un marco muy rígido de comportamiento.

El siguiente paso evolutivo será disponer de un cerebro capaz de superponer a *la inteligencia instintiva capacidad de aprendizaje*, estamos hablando del cerebro más simple de un mamífero.

El tercer paso podría darse cuando se disponga de suficiente potencia de cálculo como para que el cerebro realice *simulaciones en tiempo real de una situación*, la compare con anteriores situaciones vividas y almacenadas en su memoria y realice predicciones que le permitan actuar.

Y ya por fin el gran mito de la humanidad: crear un cerebro inorgánico capaz de emular al nuestro propio. Diferentes estimaciones confluyen a que una capacidad de  $10 \times 10^8$  MIPS debería ser suficiente para con una máquina digital emular la fabulosa «máquina» analógica de nuestro cerebro compuesta por 100.000 millones de neuronas más sus correspondientes sinapsis; y todo esto con solo un consumo de 20 vatios.

Suponiendo que se sigue cumpliendo la ley de Moore y que se resuelve el problema del consumo de energía, la potencia de cálculo y la memoria necesaria podría estar disponible para la década del 2030 o 2040, en cualquier caso antes de la segunda mitad del siglo.

Pero el problema de emular un cerebro humano con tecnología digital no es un problema básicamente de capacidad de cálculo o de memoria, es un problema de programación, y aquí deberíamos ser mucho más precavidos.

En cualquier caso los enormes esfuerzos financieros, científicos y técnicos que se están dedicando al estudio del cerebro humano junto con el desarrollo de nuevas herramientas para su observación, nos irán aproximando asintóticamente a un nivel de conocimiento que nos permitiese, mediante ingeniería

inversa, disponer de prototipos antes de que finalice la primera mitad del siglo. Bien a mi pesar creo que no debería extenderme más sobre este apasionante tema.

En cualquier caso la robotización del campo de batalla es una tendencia irreversible y cada vez tendremos en servicio más robots de diferentes tipos, mucho más «inteligentes», que no necesitarán operadores en el lazo de control, capaces de decidir las acciones a tomar. El combatiente digital tendrá que aprender cómo operar en este medio sofisticado y complejo, pero que ofrece unas enormes oportunidades operativas.

### ■ **Energía para el combatiente digital. Pilas y gasolineras**

Desde la Primera Guerra Mundial, la que podemos considerar la primera guerra tecnológica, el petróleo ha jugado un papel crucial en la estrategia y en el resultado de las conflagraciones, ya que movilidad y capacidad de maniobra se lograban a base de disponer de un suministro ininterrumpido y global de gasolina y fuel.

Aquí también la historia nos puede enseñar valiosas lecciones. En la Segunda Guerra Mundial, al contrario de lo que le ocurrió a Japón y a Alemania, los EE.UU. tuvieron asegurado el suministro de petróleo. La necesidad de asegurar fuentes de petróleo exteriores condicionó en buena parte la estrategia de esos dos países.

Napoleón decía que los ejércitos se mueven sobre su estómago, los ejércitos actuales se mueven consumiendo enormes cantidades de combustible fósil. El consumo de combustible en los recientes conflictos ha rebasado cualquier previsión realizada en base a la anterior experiencia. En general, las fuerzas expedicionarias requieren moverse con su propio sistema de distribución de combustibles independiente de las redes de distribución locales.

El combatiente digital va a ser un gran consumidor de bits y kilowatios que son necesarios para operar sus sistemas y para proporcionarle la movilidad táctica que requerirán los nuevos escenarios. El primer problema técnico que se plantea, teniendo en cuenta el previsible cambio de modelo energético que inevitablemente se producirá a lo largo del siglo, es cómo proporcionar la energía para alimentar a las plataformas militares (vehículos, aviones, buques, submarinos, vehículos remotos, etc.). Para ponerlo en términos coloquiales, «el problema de las gasolineras».

Estamos ante la encrucijada de que durante este siglo nuestros ejércitos consumirán cada vez más energía, pero al mismo tiempo el más elemental principio estratégico aconseja que la seguridad nacional no pueda quedar sujeta a los avatares del cada vez más impredecible suministro de petróleo.



## ■ ¿Cómo propulsaremos las plataformas del futuro?

Cada ejército presenta una problemática energética diferente. Por ejemplo, en este siglo la Armada va a poner en servicio entre dos o tres nuevas generaciones de buques de superficie (la primera en la ventana 2020/2025, la segunda entre el 2050/2060 y la tercera hacia el final de siglo). Nadie puede imaginarse que la hipotética fragata «Jorge Juan» que se entregue en el 2060 continúe siendo propulsada por petróleo.

En las plataformas navales la tendencia creo que serán por un lado, en la dirección de integrar la generación y propulsión eléctrica como un único sistema, y por otro, al empleo de tecnología de superconductores en motores y generadores. Pero esto no resuelve el problema fundamental del combustible primario (¿quién produce la electricidad?). Si descartamos la solución de la energía nuclear, probablemente la única alternativa será apostar por la tecnología de los biocombustibles y del hidrógeno.

Para tener una referencia de lo que se está haciendo en este sentido, sirva como ejemplo que el Departamento de Defensa de los EE.UU. ha lanzado un ambicioso programa, no carente de controversia<sup>(41)</sup>, de desarrollo de combustibles alternativos con el objetivo de que en el 2016 el 40% del combustible consumido en las fuerzas armadas proceda de esta fuente.

Este es un campo en que la contribución de la triada de tecnologías, a las que me he referido anteriormente como las impulsoras de la gran revolución tecnológica, va a ser definitiva tanto en lo referente al cultivo y producción de biomasa para la producción de biocombustibles, como a aumentar la eficiencia de células solares, las células de combustible o el desarrollo de nuevos catalizadores, etc.

De alguna manera, en España ya hemos iniciado este camino con el desarrollo de la planta de propulsión del submarino S-80 basada en pilas de combustible alimentadas con hidrógeno producido a bordo partiendo de bioetanol.

Debido a la gran diferencia de demanda civil y militar, las soluciones para las plataformas aéreas y terrestres vendrán en gran medida de las que adopte la industria civil, aunque algunas de las cuales, como por ejemplo el coche eléctrico, habrá que descartarlas inicialmente para aplicaciones militares. Concretamente en el campo de la aviación parece lógico pensar que sea la demanda civil la que estimule el desarrollo de nuevos combustibles e incluso a la larga de nuevas máquinas de propulsión.

Si pensamos en el combatiente de primera línea, todo su equipamiento consume energía: visores de casco con cámaras y presentación virtual, prismáticos

<sup>(41)</sup> *Alternative Fuel for Military Applications*. RAND National Defense Research Institute

de visión nocturna, intensificadores de imagen, equipo de comunicaciones, ordenador personal de combate, telémetros y designadores láser, GPS<sup>(42)</sup>, robots de apoyo, uniformes con reguladores térmicos, etc. El combatiente digital es también un gran consumidor de energía portátil. El reto en este caso será cómo dotarlo de una fuente de energía individual duradera y portátil: «el problema de las pilas».

La tecnología para sistemas portátiles de energía va a seguir dos caminos de evolución diferentes, por una parte profundizar en la tecnología de las baterías y por la otra en el desarrollo de las pilas de combustible.

No creo que sea el momento de profundizar más en este tema, pero como resumen, en el ámbito de la defensa, la gran apuesta debería ser la aplicación de la tecnología no únicamente a los ejes de la conectividad y la automatización sino también a la movilidad.

#### ■ **Algunas consideraciones sobre ingeniería de sostenimiento en la era de la información**

Estas reflexiones se quedarían incompletas si no considerase los aspectos menos abstractos y más mundanos que nos va a suponer diseñar y sostener los sistemas de armas en la era de la información.

El primer aspecto que quiero considerar, es la influencia práctica que las leyes de Moore y Nathan (Myhrvold) suponen en los ciclos de vida de los sistemas de armas. La tendencia actual es a utilizar en los sistemas de armas electrónica comercial (hardware y software), lo que llamamos en el mundo militar COTS (commercial off the shelf). Los años de los ordenadores militares, que no cambiaban durante toda la vida de las plataformas, programados en lenguaje militar han pasado a la historia. Es decir, para bien o para mal hemos quedado encadenados a la ley de Moore.

Para enmarcar el problema, pongamos por ejemplo, que la vida útil de un buque puede ser de unos treinta años. ¿Cómo compaginar el ciclo de renovación de las plataformas con los ciclos de renovación tecnológica de los sistemas? ¿En treinta años se producirán quince generaciones de microprocesadores!

Aprender a vivir en un mundo en que los ciclos de renovación tecnológica se miden en meses, es un problema de pura ingeniería; sin entrar en detalles, la única respuesta a este laberinto es establecer desde el primer día de diseño y mantenerlo a lo largo del ciclo de vida, un proceso estricto de *ingeniería de sistemas*. Tenemos que concienciarnos de que el diseño de los sistemas de la era de la información no termina con la entrega. El diseño se convierte en un proceso que se prolongará durante toda la vida del sistema.

---

<sup>(42)</sup> Global Positioning System

**■ La tecnología y la base industrial de la Defensa**• *El escenario*

La industria de defensa internacional ha sufrido una profunda transformación desde el final de la Guerra Fría. Actualmente, el mercado internacional está dominado por un número reducido de grandes industrias que surgieron de un proceso de consolidación causado por la presión de la disminución de los presupuestos de defensa a escala casi global<sup>(43)</sup>. Este grupo de compañías, con capacidad para generar e integrar tecnología militar y suministrar sistemas de armas complejos de alta tecnología a los ejércitos de sus países de origen, compiten duramente por el mercado de exportación.

En el caso particular de España el panorama es peculiar porque se dan simultáneamente dos fenómenos. Por un lado en un periodo de tiempo muy corto finalizarán los grandes programas de renovación de la Fuerza, que han servido para elevar el nivel tecnológico de la base industrial de defensa, y por otro lado los programas de austeridad han reducido los presupuestos de defensa. La conjunción de estas circunstancias, conducen hacia una drástica caída de la demanda interna y en consecuencia, a la paulatina disminución de la carga de trabajo.

Ante este panorama, ninguna industria del tejido industrial de la defensa en España puede considerar que su viabilidad pasa por depender exclusivamente del presupuesto de defensa nacional, el futuro de las industrias de defensa, tanto si son del tipo de la era de la información como si lo son del de la era industrial, dependerá de su capacidad para adaptarse a la nueva situación, de aumentar su productividad, de gestionar el cambio tecnológico y de conseguir una ventaja competitiva que les permita posicionarse en el mercado exterior.

La consecuencia es clara, si queremos que nuestra base industrial de defensa sobreviva, habrá que exportar y competir en un mercado, que como hemos visto está dominado por grandes compañías con implantación internacional y gran capacidad tecnológica. Exportar en este escenario, requerirá tener una cierta masa crítica industrial y apostar por la tecnología y la innovación.

Ya comenté al comienzo de estas reflexiones que en la era de la información las plantas y factorías de la era industrial, intensivas en mano de obra, son centrifugas con respecto a las áreas de generación y acumulación de conocimiento, es decir, tienden a desplazarse hacia zonas geográficas de menores salarios, mientras que las actividades de la era de la información son centrípetas con respecto a dichas áreas.

---

<sup>(43)</sup> Es ya legendaria la cena («la última cena») que se celebró en el Pentágono en 1993, a la que asistieron el entonces Secretario de Defensa, Les Aspin y 15 altos ejecutivos de las principales industrias de defensa, en la que más o menos se les anunció a los invitados, que se ponía en marcha una transformación de la industria de defensa mediante consolidaciones, o en la próxima cena solo habrían sobrevivido la tercera parte.

Esto crea un problema para el tejido industrial de la defensa ya que las plataformas se fabrican en centros de la era industrial (el caso de los astilleros) y los sistemas en industrias de la era de la información ¿Cómo conseguir lograr mantener la capacidad de las actividades industriales y atraer las industrias de alta tecnología?

Los centros productivos de la era industrial, requieren una especial atención si se quiere asegurar su viabilidad. Sin entrar en propuestas que se saldrían completamente de lo que debería de ser este trabajo, en mi opinión, existe una receta universal, que consiste, una vez más en apostar por la tecnología. *Una industria pesada puede y debe ser una industria de la era de la información.*

Por otra parte, pensando en el futuro de nuestro tejido tecnológico e industrial, conviene no perder de vista que no se pueden mantener operativos unos ejércitos equipados con los sistemas de armas más avanzados si no están sustentados por una sólida base tecnológica industrial. Una base que abarque todos los recursos de conocimiento: universidades, centros de investigación públicos y privados, y la industria.

## ■ NUEVAS TECNOLOGÍAS, NUEVAS AMENAZAS

En una época como la actual de profundos cambios tecnológicos, nuevas tecnologías suponen inevitablemente nuevas amenazas. Por otra parte, como creo que ya ha quedado patente a lo largo de este trabajo, el carácter de los conflictos también está cambiando en el fondo, en la forma y en la extensión, por la simple razón de que el mundo lo está haciendo. Estamos asistiendo, no únicamente a una profunda transformación en la manera de competir en el ámbito internacional, sino también en la manera en que tendremos que afrontar la seguridad y la defensa.

Los futuros enemigos tratarán de utilizar la ventaja que les proporciona la tecnología en su provecho y no podremos ignorar que en gran medida, la tecnología militar se basa hoy en día en tecnología adaptada de uso civil y por lo tanto, es mucho más asequible para nuestros potenciales contendientes. Eso produce la paradoja de que no necesariamente un combatiente irregular es un combatiente equipado con baja tecnología obsoleta. Muy al contrario, existen recientes casos en que organizaciones terroristas han demostrado capacidad de empleo de armas sofisticadas.

La tecnología ha ampliado el espacio de batalla de su marco tradicional, mar, tierra, aire, al espectro electromagnético, y a los continuum del ciberespacio y del espacio exterior. En un futuro conflicto de alta intensidad, hay que prever que el espacio de batalla se extenderá a todos los continuum.

Pero volviendo a nuestro tema, la mayor y más inmediata amenaza procederá de la utilización de armas de destrucción masiva (WMD) por grupos terroristas, por Estados dictatoriales extremistas o por la acción combinada de ambos. La globalización y las facilidades para la libre circulación de información, están contribuyendo a la transferencia de tecnologías de doble uso –cada vez más difíciles de controlar– y por lo tanto a la proliferación de armas de destrucción masiva. Especialmente preocupante resulta la difusión de biotecnología y de tecnología nuclear de potencial aplicación al diseño de armas.

La situación es doblemente inquietante cuando coinciden programas de desarrollo en ese tipo de armas con programas de desarrollo de misiles balísticos de corto, medio y largo alcance. La combinación de las dos capacidades le da una dimensión completamente diferente a la amenaza.

Pero a lo largo del siglo se harán cada vez más patentes las amenazas a los tres «continuum» antes citados: el océano, el espacio y el ciberespacio.

#### ■ El ciberespacio, el Pearl Harbor digital

Las recientes publicaciones profesionales están llenas de referencias a lo que hoy se denomina «guerra asimétrica», un término genérico que engloba una serie de nuevas amenazas relacionadas sobretudo con acciones terroristas, que como las tristemente celebres bombas de cuneta, buscan anular la ventaja técnica de nuestras fuerzas utilizando baja tecnología.

Si bien los ataques asimétricos tácticos, son importantes porque causan un número elevado de bajas e inciden negativamente en la moral del personal, lo que nos debe realmente preocupar es la asimetría estratégica.

Nosotros somos el gran Goliat digital, y en algún lugar puede haber un David alistando su honda. Tenemos que considerar que también nuestros potenciales enemigos están cambiando átomos por bits, y estaríamos repitiendo el error de Goliat si ignorásemos que es cuestión de tiempo para que nuestros oponentes dispongan de la misma gama de tecnologías que hoy tenemos nosotros. En el futuro estarán en condiciones de atacar nuestro interés, evitando al mismo tiempo una confrontación armada.

En este sentido, el peor escenario que podemos considerar –un «Pearl Harbor digital»–, un ataque informático masivo y coordinado para alterar nuestros sistemas de control vitales, sistema sanitario, transportes, generación y distribución de energía, hacienda, banca y todos los servicios y negocios basados en la Web, será técnicamente viable en los próximos años.

Nuestra sociedad digital se ha vuelto en este sentido muy vulnerable. Esto debería hacer reflexionar sobre una posibilidad real de ataque estratégico que puede afectar seriamente a nuestra seguridad nacional.

Esto es un ejemplo de cómo cambios tecnológicos como los que viviremos este siglo, pueden exigir que tengamos incluso que revisar en el futuro aspectos de la defensa nacional. ¿Tenemos la tecnología necesaria para primero defendernos y después contraatacar? ¿Tenemos doctrina para conducir un ataque? ¿Debe repercutirse el coste de la defensa informática en las compañías? Estas y otras muchas preguntas similares se debaten en distintos seminarios dentro y fuera de nuestro país.

El tema ha cobrado recientemente actualidad por la aparición de ataques informáticos coordinados contra ciertos países coincidiendo con crisis; tales han sido los casos de Georgia y de Letonia. Pero lo más alarmante ha sido la utilización por primera vez de un arma cibernética, no para negar la utilización de servidores, sino para dañar una parte de una instalación y desbaratar un proceso de producción industrial.

Como ya indiqué previamente, el nuevo concepto de combate se fundamenta en la conectividad, y no es posible proporcionar conectividad global inalámbrica sin disponer de una constelación de satélites civiles y militares que aseguren la operatividad de la fuerza digital.

### ■ El espacio exterior

Este es el talón de Aquiles del combatiente digital, todo el concepto de conectividad, pasa por disponer de un segmento espacial dotado de diversas constelaciones de satélites especializados (GPS, comunicaciones, inteligencia, etc.), capaces de dar cobertura global al teatro de operaciones. En un futuro conflicto de alta intensidad, un ataque a la red de satélites podría tener consecuencias catastróficas, ya que todo el espacio de combate digital quedaría gravemente limitado. Ahora bien, un ataque de esta envergadura requeriría una tecnología únicamente disponible a un número muy reducido de naciones. Tanto los EE.UU. como China han realizado pruebas de sistemas antisatélite.

Pero la proliferación de las tecnologías de misiles de medio y largo alcance y la concurrencia con programas de desarrollo de armas nucleares, biológicas y químicas seguirá suponiendo la mayor amenaza durante buena parte del siglo XXI.

### ■ COROLARIO Y REFLEXIONES FINALES

Afrontamos una época de incertidumbre y confusión, creadas por la confluencia de cambios simultáneos, profundos y rápidos: la mayor transformación

científica y tecnológica de la historia; la evolución del actual modelo unipolar dominado por una única superpotencia, –heredero a su vez del sistema bipolar vigente durante la Guerra Fría–, a un orden multipolar en el que el reparto de poder estará más distribuido; la irrupción de nuevos actores en el escenario económico, científico y tecnológico; el desplazamiento del centro de gravedad hacia la zona del Pacífico asiático; un proceso de globalización es cada vez más extenso, profundo e irreversible; y la necesaria transformación de nuestro actual modelo energético.

Todos estos cambios se están produciendo con el telón de fondo de un planeta sometido a un proceso de calentamiento global y de superpoblación, que en mayor o menor medida nos afectará a todos y generará enormes tensiones en el tejido social de muchas zonas del planeta.

El mundo que conocemos está cambiando muy deprisa y esta transformación no va a ser carente de sobresaltos, de inestabilidad internacional y de importantes convulsiones<sup>(44)</sup> de todo tipo.

Los enormes cambios tecnológicos que se avecinan, van a afectar de manera radical a la sociedad que hoy conocemos. A medida que avance el siglo, la ciencia y la tecnología transformaran las comunicaciones, el transporte, la medicina, la educación, la administración pública, el ocio, etc. La evolución de tecnologías ya existentes, la maduración de otras que aún se encuentran en su forma embrionaria y la aparición de otras totalmente nuevas, cambiarán el tejido industrial y el modelo productivo de extensas áreas de este planeta, con las consiguientes repercusiones sociales. Las industrias de la era de la información tenderán a aglutinarse alrededor de áreas de generación del conocimiento, mientras que las actividades de la era industrial tenderán a relocalizarse en áreas de mano de obra abundante y barata que no requiera formación especializada superior.

Algunos de los avances tecnológicos, especialmente en campos de la biotecnología, la genética y de la inteligencia artificial, van a poner a prueba muchos de nuestros principios, de nuestros valores éticos y religiosos, e indirectamente van a provocar una profunda transformación social en amplias áreas del planeta. No es ciencia ficción que gracias a los avances en inteligencia sintética, las «máquinas» jueguen un papel cada vez más fundamental en nuestra sociedad; en qué extensión lo hagan, dependerá por una parte, de cuál sea nuestra disposición para compaginar, por una parte nuestra disposición a ceder poder de decisión y protagonismo a entes artificiales y por la otra, de la que sea nuestra nueva concepción del humanismo.

La tecnología que nos convirtió en una especie próspera –depende de cómo se enfoque, en una de las más prósperas de la biosfera– va ahora a enfrentarnos

---

<sup>(44)</sup> Algunas de las cuales ya se están produciendo en el momento de redactar estas reflexiones.

a enormes dilemas que afectarán incluso al propio concepto de qué significa ser humano.

Avances como la capacidad de descifrar el genoma de seres vivos y el de crear organismos con ADN modificado nos pueden conducir por el camino del doctor Víctor Frankenstein<sup>(45)</sup>, o por el de resolver los retos que plantea alimentar y cobijar y educar a siete mil millones de seres humanos y probablemente e inevitablemente, por ambos. Hoy más que nunca, es necesario –yo diría que imprescindible– un debate sosegado, pero profundo, sobre las implicaciones éticas y morales que tendrán los previsibles avances de la ciencia y la tecnología durante este siglo.

La revolución digital, permite hoy generar conocimiento, almacenarlo y distribuirlo en tiempo real a prácticamente cualquier punto del globo. El conocimiento total de la humanidad se duplica cada pocos años e Internet contribuye a que esté disponible para un gran número de habitantes del planeta. Documentos e información que hace únicamente una década eran accesibles para especialistas en las grandes bibliotecas del mundo, se pueden consultar hoy mientras esperamos el autobús. Aunque sea difícil predecir cuales serán a la larga los efectos acumulativos de este fenómeno<sup>(46)</sup>, estamos ante una nueva realidad, la acumulación exponencial del conocimiento, similar –pero de proporciones mucho mayores– a la que causó en su momento la invención de la imprenta.

Hasta hace poco tiempo el conocimiento estaba, casi en su totalidad, confinado a zonas de países desarrollados, pero en este nuevo mundo que se perfila, el fuego sagrado del conocimiento no va a estar custodiado únicamente por un grupo selecto de naciones. La revolución digital ha contribuido a distribuir el conocimiento a escala global, y el acceso a las nuevas tecnologías será de todo el que sepa interpretar y asimilar el cambio y que esté dispuesto a adaptarse a él. El futuro no será una herencia, habrá que ganárselo.

Previsiblemente, durante este siglo, el centro de gravedad económico y del poder político mundial se desplazará hacia la región del Pacífico asiático, y se acentuará la globalización de los mercados y de las ideas en esta zona geoestratégica. El creciente acceso de las poblaciones de China e India al mercado de consumo va a tener necesariamente enormes repercusiones sobre todo por la presión sobre las materias primas y la energía. Por otra parte no puede ignorarse, que estas dos naciones van camino de convertirse en potencias científicas y tecnológicas, acortando día a día la distancia con EE.UU., Europa y Japón.

---

<sup>(45)</sup> Como la creación de nuevas formas vivas con fines comerciales, que podrían llegar incluso a la clonación humana.

<sup>(46)</sup> Observo, que mi compañero de asiento de autobús va siguiendo en su iPad, una lección de un curso de Yale sobre la Arquitectura Romana, ¿Quién puede predecir qué efecto acumulativo tendrán estas tecnologías en la sociedad?



Estos profundos cambios que implican indirectamente la redistribución de influencia y de poder van inevitablemente a crear inestabilidad e incertidumbre. En estas circunstancias será prioritario mantener el orden y la ley internacional y aunque nuestro deber ético sea promover la paz, el poder militar será un factor importante a la hora de mantener una posición estratégica internacional.

Si descartamos los ya citados puntos de tensión –que pueden producir en cualquier momento importantes discontinuidades– la probabilidad de una confrontación de alto nivel, a medio plazo es pequeña. Sin embargo, la tendencia será a que proliferen los conflictos de medio y bajo nivel en una amplia zona del planeta, «el cinturón de inestabilidad».

En el ámbito de la defensa, la ventaja competitiva de los futuros combatientes solamente puede radicar en la tecnología en su sentido más amplio. De la misma manera que en el campo de la competencia comercial internacional, los países desarrollados tienen necesariamente que orientarse hacia los productos innovadores y de gran contenido tecnológico, en futuros conflictos, la ventaja de la fuerza militar no puede sustentarse en el número y la saturación, tendrá que basarse necesariamente en la tecnología.

Movilidad estratégica y táctica; conectividad global en tiempo real en un espacio de combate integrado; automatización y robotización; y finalmente armas de precisión, serán los ejes tecnológicos que proporcionaran a nuestros combatientes la ventaja definitiva en todo el espectro de conflictos.

Los ejércitos continuaran adaptándose al cambio, pero, más que la amenaza, será el profundo cambio tecnológico que está experimentando la sociedad en general, o para ser más preciso, la presión del mercado civil de la tecnología, lo que verdaderamente impulse la transformación técnica de los ejércitos. Los ejércitos cambian hoy, en gran medida, porque los arrastra el maremoto de la revolución digital.

La previsible tendencia futura será que la presión de la demanda de la población en general, y la consecuente frecuencia de renovación tecnológica que esta genera, hagan que el mercado civil se desarrolle más rápido que el militar, por lo que, si exceptuamos las tecnologías de utilización exclusivamente para aplicaciones militares, los ejércitos, cada vez con más frecuencia, recurrirán a adaptar las soluciones que desarrolla el mercado (componentes COTS).

El campo de batalla del futuro –ya lo es en gran medida en el presente– estará digitalizado y robotizado. Los enormes avances tecnológicos que están teniendo lugar en el mundo civil, que están día a día construyendo y evolucionando el ciberespacio, van a impulsar la utilización masiva en el campo de batalla de las

técnicas de digitalización y de las tecnologías de la información. Facilitarán así la implantación del paradigma de la perfecta conectividad, es decir, la de lograr un verdadero espacio de combate integrado virtual (virtual porque el soporte material y lógico del sistema está distribuido en una amplia área geográfica) que guarda gran paralelismo con el ciberespacio del mundo civil e incluso, de alguna manera, podría considerarse que forma parte de él.

Como ya indiqué anteriormente, la evolución de Internet hacia una red de objetos y no solo de ordenadores, la creciente utilización de recreaciones virtuales de la realidad en diferentes campos de la ciencia y ingeniería y nuevos conceptos como el de «cloud computing» adaptados al mundo militar, acelerarán aun más la implantación del paradigma de un ciberespacio de combate, en el que máquinas y humanos se comuniquen directamente entre sí. La enorme capacidad de proceso permitirá crear replicas virtuales de los escenarios reales y existirá una interacción entre mundos virtuales y el mundo real, con efectos que aun no podemos vislumbrar.

Uno no tiene más que abrir una revista profesional de defensa para constatar cómo los artículos dedicados a robots en el campo de batalla, ya casi superan a los dedicados a sistemas tripulados. El campo de batalla se está robotizando y la tendencia es hacia una creciente utilización y papel de vehículos robot en los conflictos (terrestres, aéreos, navales y submarinos). La proliferación de robots<sup>(47)</sup> va a estar condicionada por los avances en inteligencia sintética, pero no voy a volver sobre ello porque creo que ya lo traté en suficiente extensión.

Pero no deberíamos ignorar que la tecnología no solo juega a nuestro favor, las nuevas tecnologías supondrán la aparición de toda una panoplia de nuevas amenazas para nuestra seguridad. Tenemos que prepararnos para combatir en los tres continuum: espacio, océano y ciberespacio.

### ■ El lugar de España en el mundo del siglo XXI

¿Qué lugar debe ocupar España en este nuevo mundo que se perfila? España no es una potencia de primer orden, y sería poco realista aspirar a serlo, pero sí seguimos ocupando un puesto relevante entre las naciones más desarrolladas del planeta y desde luego disponemos del potencial para poder mantenernos en el grupo de cabeza. Tenemos mucho a nuestro favor, cultura, lengua, historia y situación geográfica, activos por sí solos nada desdeñables. Si observamos con cierta perspectiva histórica nuestra época más reciente, tenemos que concluir que nuestros logros en las últimas décadas han sido más que notables tanto desde el punto de vista económico y social como del de la integración en la comu-

---

<sup>(47)</sup> Creo necesario resaltar que cuando utilizo el término «robot», no estoy en absoluto asumiendo apariencia antropomórfica. Me refiero a vehículos autónomos e incluso remotos, dotados de inteligencia sintética.

nidad internacional. Por eso, ahora tenemos la doble responsabilidad, primero la de mantener y consolidar nuestra posición en el concierto internacional y segundo, la de contribuir a la comunidad europea en la que estamos integrados y a las alianzas militares a las que pertenecemos o decidamos pertenecer en el futuro. Todo ello pasa por mantener la pujanza económica, industrial, científica y tecnológica y de disponer de cierta capacidad militar.

Mantener un puesto entre las naciones del grupo de cabeza, necesariamente exige «una cuota aceptable» de influencia en los foros internacionales, en los que se deciden temas que afectan a nuestros intereses, y paralelamente, promover la imagen de nuestra nación que a su vez se traduce, en lo que se puede llamar la «Marca España», que no es más que la expresión abstracta de cómo se percibe en el exterior nuestro prestigio, nuestra credibilidad, nuestra solvencia, y nuestro compromiso, elementos que cuentan mucho en la competición internacional.

Pero todo no es marketing e imagen. En el momento de escribir estas reflexiones nos encontramos inmersos en una profunda crisis –no exclusiva de España, pero que en nuestro caso ha venido a coincidir con el fin de un ciclo de nuestro modelo productivo–, que requerirá adoptar medidas estructurales de todo tipo para capearla. Pero esta es también una oportunidad para adoptar medidas orientadas no exclusivamente a la salida de la crisis, sino para prepararnos y posicionarnos en este siglo. Ahora se nos ofrece la gran oportunidad de cambiar a un modelo productivo basado en el conocimiento y la información. Porque si no entendemos que el mundo está cambiando y cómo lo está haciendo, podríamos estar preparándonos para el ayer y no para el mañana. La crisis, aunque profunda, es un fenómeno cíclico, pero prepararnos para el siglo XXI es un tema de planificación estratégica a medio y largo plazo.

Creo que he intentado transmitir a lo largo de este trabajo que los enormes cambios tecnológicos que se producirán en este siglo van a cambiar radicalmente el modelo productivo de los países desarrollados, y por lo tanto, ponerse como objetivo un incremento del crecimiento orientado exclusivamente a la mejora de la productividad y de la competitividad no tiene sentido, si paralelamente no somos capaces de establecer un nuevo marco y modelo productivo que nos permita mantener la ventaja sostenida en el futuro.

El crecimiento económico, garantía de nuestro bienestar y de nuestra libertad, será nuestra mejor contribución al fortalecimiento de las organizaciones supranacionales a las que pertenezcamos, pero eso no excluye mantener un esfuerzo en defensa y seguridad similar al de las naciones de nuestro entorno.

No puedo resistirme a recalcar una vez más que, para mantener nuestra posición económica en este siglo, resulta vital apostar decididamente por la ciencia, la

tecnología y la innovación como ejes para crear nuevas ventajas competitivas y esto pasa necesariamente por mejoras radicales en el sistema de enseñanza, y por revitalizar y renovar el tejido científico-tecnológico de la nación.

Lo mismo que sería poco realista tratar de ponerse como objetivo convertirnos en una potencia económica e industrial de primer orden, también lo sería pretender disponer de una capacidad militar, capaz de intervenir en cualquier punto del planeta y de sostener las operaciones por periodos prolongados con nuestros propios medios logísticos<sup>(48)</sup>. Sin embargo, la garantía de la defensa de nuestros intereses y de nuestra seguridad, así como la contribución a las obligaciones con nuestros aliados, solamente puede radicar en unos ejércitos modernos, convenientemente dotados para el tipo de operaciones del futuro y que sean la consecuencia lógica de nuestra base científica, tecnológica e industrial de defensa. En el mundo actual, sería impensable disponer de unas Fuerzas Armadas con un alto grado de alistamiento que no estén sustentadas en una base tecnológica e industrial nacional. Un principio que nos enseña la historia más reciente es que los ejércitos artificiales creados a base de enormes inversiones sin una base industrial nacional, que sobre el papel son formidables, no resisten los primeros envites de una fuerza tecnológicamente avanzada.

Esta última reflexión nos lleva a una conclusión de más alcance, la defensa del siglo XXI requiere una aproximación sistémica en la que se aborde en su conjunto la calidad de nuestros combatientes, el nivel tecnológico de nuestras Fuerzas Armadas y la capacidad de nuestra base industrial. ¿Tendría sentido disponer de unas Fuerzas Armadas de la era de la información y una base industrial de la era de la Revolución Industrial?

Por encima de cualquier otro factor, la competición en este siglo será sobre el conocimiento y las ideas. Tecnología e innovación van a ser los factores básicos que determinen qué naciones surjan ganadoras y las que queden postergadas. El que quiera ganar el futuro tiene que ganar la carrera tecnológica y en consecuencia comenzar hoy mismo a prepararse para ello.

Como corolario final, no quiero parecer demasiado determinista, pero en este siglo, la historia la va a escribir la tecnología.

---

<sup>(48)</sup> Lo que hoy en día se entiende por una fuerza global

## CAPÍTULO SEGUNDO

# LA INNOVACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO DE DEFENSA

*Manuel Pereira Rueda*

### RESUMEN

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

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

### Palabras clave

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

## *Manuel Pereira Rueda*

### **ABSTRACT**

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

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

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

### **Key words**

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

## ■ INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ■ ENTORNO MUY CAMBIANTE E INCIERTO

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



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

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

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

#### ■ Desde el punto de vista operativo

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

---

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

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

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

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

---

<sup>(3)</sup> *Quadrennial Defense Review Report*, Departamento de Defensa de EEUU, (2010)

<sup>(4)</sup> *Joint Operations 2030*, SAS 066 NATO RTO, 2010

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

## ■ Desde el punto de vista tecnológico

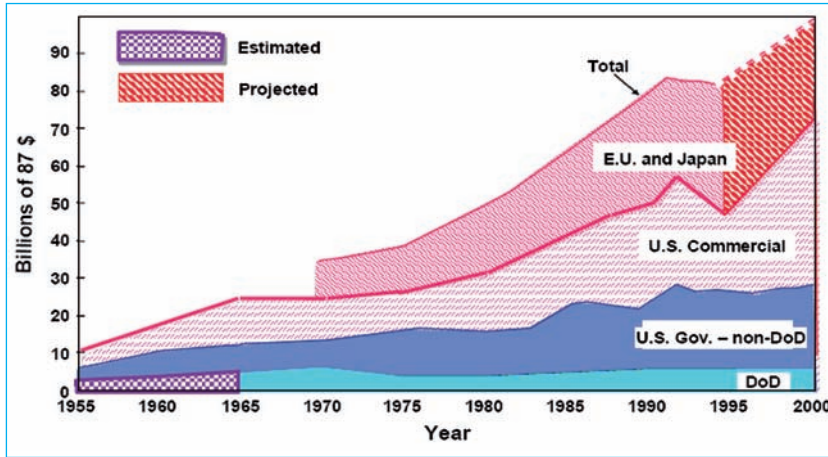
En el pasado, el compromiso y la participación de los ministerios de defensa en la concepción de sistemas militares complejos era muy importante. A partir de los años 80 los contextos económicos y tecnológicos han cambiado de tal forma que ha hecho falta adaptarse a los nuevos escenarios. Como caso claro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

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

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

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

---



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

---

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

<sup>(14)</sup> OWDY John, *Predicting Acquisition Performance*, RUSI Defence Systems, 2008

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

- *DISCOTECH*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



- construcción, cuidado de la salud, etc. Se espera que los nuevos materiales ayuden a mejorar el reciclado, disminuyan la demanda de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como la demanda de otros materiales escasos en Europa.
- Biotecnología.- Su desarrollo conlleva la implantación de procesos industriales alternativos a los actuales, más limpios y sostenibles. Será un área clave para la mejora en la producción de nuevos fármacos y alimentos.

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

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

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

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

---

## ■ El Planeamiento de la Defensa como herramienta de cambio

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

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

88

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

---

<sup>(21)</sup> Plan Director de Armamento y Material 2008, DGAM-Ministerio de Defensa, 2008

<sup>(22)</sup> [http://www.mde.es/Galerias/politica/armamento-material/ficheros/DGM\\_Plan\\_director\\_PDAM\\_2008.pdf](http://www.mde.es/Galerias/politica/armamento-material/ficheros/DGM_Plan_director_PDAM_2008.pdf)

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

- *Instrumentos*

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

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

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

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

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

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

---

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

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

94

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

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

---



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

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

### ■ La Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa

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



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

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

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

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

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

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

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

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

### ■ Contenido de la Estrategia

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

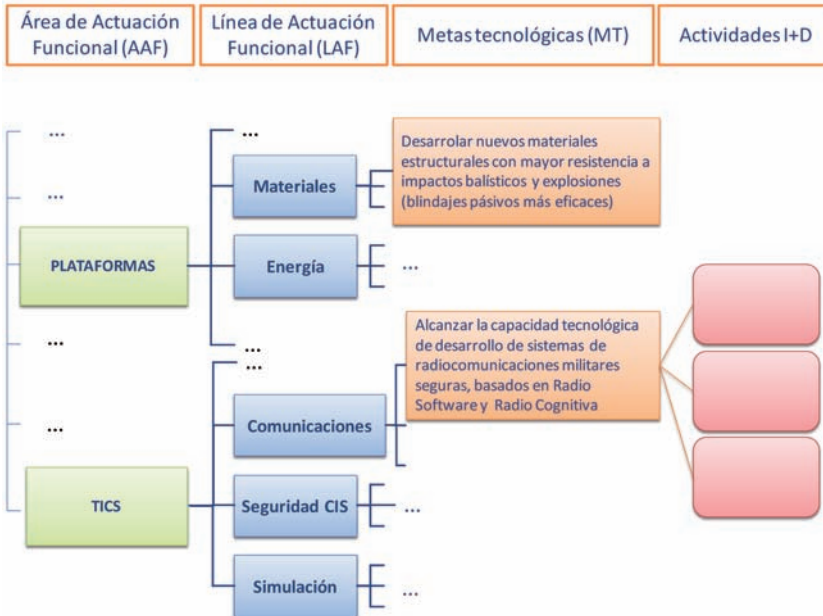


<sup>(26)</sup> Estrategia Estatal de Innovación (E2I), Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010

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

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

98



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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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

## ■ CONCLUSIONES

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

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

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

---

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

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



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

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

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

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

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

---

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

## CAPÍTULO TERCERO

# LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EUROPA DE LA DEFENSA

*Arturo Alfonso Meiriño*

### RESUMEN

En el proceso de construcción de la Unión Europea (UE) iniciado en Maastricht en 1992 y en particular en el de implantación, con carácter progresivo, de su Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD) como parte integrante de su Política Exterior y de Seguridad, la obtención e identificación de las capacidades militares necesarias para apoyar dicha PCSD, constituye uno de los objetivos prioritarios. En concreto fue la misión asignada a la Agencia Europea de Defensa en la Acción Común del Consejo de 2004<sup>(1)</sup> por la que se creaba la misma. Esta misión ha sido ratificada más tarde en el Tratado de Lisboa<sup>(2)</sup> cuya entrada en vigor se producía el 1 de enero de 2010.

---

<sup>(1)</sup> Acción Común 2004/551/PESC del Consejo de la Unión Europea relativa a la Creación de la Agencia Europea de Defensa (EDA: European Defence Agency, en sus siglas en inglés). En su artículo 2 asigna a la EDA la misión de «apoyar al Consejo y a los Estados Miembros en su esfuerzo por mejorar las capacidades de defensa de la Unión Europea en el ámbito de la gestión de crisis y respaldar la PESC en su situación actual y conforme vaya evolucionando en el futuro. La misión de la Agencia no afectará a las competencias de los Estados Miembros en materia de defensa».

<sup>(2)</sup> Versión consolidada del Tratado de la Unión Europea (TUE), Artículo 42 (antiguo artículo 17 del TUE) por el que se establece que «La Agencia en el ámbito del desarrollo de capacidades de defensa, la investigación, la adquisición y el armamento (en lo sucesivo denominada <Agencia Europea de Defensa>) determinará las necesidades operativas, fomentará medidas para satisfacerlas, contribuirá a definir y, en su caso, a aplicar cualquier medida oportuna para reforzar la base industrial y tecnológica del sector de la defensa, participará en la definición de una política europea de capacidades y de armamento y asistirá al Consejo en la evaluación de las mejoras de las capacidades militares»

Las Fuerzas Armadas Europeas, que vienen, desde prácticamente después del final de la Guerra Fría, pasando por sucesivos y difíciles procesos de transformación, necesitan disponer de unas adecuadas capacidades militares para poder hacer frente a las operaciones que la PCSD demanda en la actualidad o pueda demandar en el futuro. En ese proceso de transformación así como en el de obtención de capacidades militares, especialmente en lo referente a la identificación de las que la Unión Europea carece para hacer frente a sus operaciones, la investigación y la tecnología juega un papel primordial. Y aquí el concepto de investigación y tecnología debe entenderse en su sentido más amplio por la cada vez más influyente aparición de las denominadas tecnologías duales con evidentes aplicaciones tanto civiles como de seguridad y militares. Si tradicionalmente las tecnologías derivadas de las investigaciones asociadas a la defensa han tenido importantes aplicaciones en la vida civil, en la actualidad la relación es, cuanto menos biunívoca. Las tecnologías procedentes del campo civil, como es el caso de las tecnologías de la información tienen multitud de aplicaciones en los equipos de defensa y este aspecto en concreto debe explotarse a la hora de identificar sinergias entre las tecnologías civiles y militares, especialmente en épocas de restricciones económicas de claro impacto negativo en los presupuestos de defensa. La Estrategia Europea de Investigación y Tecnología constituye hoy por hoy el marco de referencia de las actuaciones de la UE en ésta materia cuyo objetivo es mejorar la eficiencia de las inversiones en investigación y tecnología con aplicaciones en defensa, a través de la colaboración entre sus Estados Miembros, así como el de promover la armonización institucional a nivel europeo, de los esfuerzos dedicados a desarrollos e innovaciones tecnológicas cuya característica sigue siendo la fragmentación y la dispersión.

**Palabras Clave**

**Capacidades militares, Estrategia, Seguridad y Defensa, Investigación y Tecnología, sinergias**

## *Arturo Alfonso Meiriño*

### **ABSTRACT**

As part of the building of the European Union initiated by the signing of the Maastricht Treaty in 1992, and in particular as a result of the progressive application of the Common Security and Defence Policy (CSDP) as an integral part of its foreign and security policy, one of the Union's priority objectives is to identify the military capabilities required to support the CSDP. This was the mission assigned to the European Defence Agency in the Council's 2004<sup>(1)</sup> Joint Action which created the Agency. This mission was subsequently ratified in the Lisbon Treaty<sup>(2)</sup> which came into effect on 1 January 2010.

European Armed Forces, which have been going through successive and challenging transformations almost since the end of the Cold War, need to have adequate military capabilities to be able to undertake the operations required under the CSDP at present and in the future. Research and technology play an essential role in this transformation process, particularly with regard to identifying gaps in European Union forces for the performance of such operations. In this regard, we should understand research and technology in their widest possible sense, given the ever greater influence of the appearance of dual-use technologies with evident military and security and civil applications. Whilst traditionally technologies deriving from defence research had

---

<sup>(1)</sup> Council Joint Action 2004/551/CFSP on the establishment of the European Defence Agency (EDA). Article 2 assigns the EDA the mission to «support the Council and the Member States in their effort to improve the EU's defence capabilities in the field of crisis management, and to sustain the ESDP as it stands now and develops in the future. *The Agency's mission shall be without prejudice to the competences of Member States in defence matters.*».

<sup>(2)</sup> Consolidated version of the Treaty of the European Union (TEU), Article 42 (ex article 17 of the TUE) of which states «The Agency in the field of defence capabilities development, research, acquisition and armaments (hereinafter referred to as 'the European Defence Agency') shall identify operational requirements, shall promote measures to satisfy those requirements, shall contribute to identifying and, where appropriate, implementing any measure needed to strengthen the industrial and technological base of the defence sector, shall participate in defining a European capabilities and armaments policy, and shall assist the Council in evaluating the improvement of military capabilities».

major applications in civil life, today the relationship is at the least bi-directional. Technologies from the civil field –such as information technology– have a multitude of applications for defence equipment, and this has to be exploited in order to identify synergies between civil and military technology, particularly at a time of budgetary restrictions which are impacting strongly on defence budgets.

The European Defence Research and Technology Strategy is the current reference framework for such actions in the EU to improve the efficiency of investment in research and technology with defence applications through cooperation among Member States, and to promote harmonisation between states at the European level in technological innovation and development efforts, which continue to be fragmented and dispersed.

**Key words**

**Military Capabilities, Strategy, Security and Defence, Research & Technology, synergies**

## ■ INTRODUCCIÓN

La relativamente prudente formulación adoptada en Maastricht, hace ahora casi veinte años, por los entonces 15 Estados Miembros de la Unión Europea (UE), respecto de una posible política europea en el ámbito de la defensa; *«La política exterior y de seguridad común abarcará todas las cuestiones relativas a la seguridad de la Unión, incluida la definición progresiva de una política de defensa común, que podría conducir a una defensa común si así lo decidiera el Consejo Europeo. En tal caso, recomendará a los Estados miembros la adopción de esa decisión de conformidad con sus respectivas normas constitucionales»*, permitió el consenso entre aquellos que consideraban necesaria la afirmación de una identidad europea en materia de defensa y la de aquellos que no querían renunciar a un aspecto tan sumamente soberano como es la defensa, sin olvidar aquellos que no querían correr el riesgo de diluir los vínculos de solidaridad establecidos en el marco de la alianza atlántica.

Ese vago concepto de «defensa común» ha evolucionado de una manera espectacular en estos casi veinte años transcurridos desde entonces, habiendo representado un gran esfuerzo en el deseo de progresar por el camino de una Unión completa, incluida la dimensión estratégica y militar. En concreto, la Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD), ahora reemplazada por la Política Común de seguridad y Defensa (PCSD) tras la entrada en vigor del Tratado de Lisboa, constituye una de las áreas de mayor evolución en el marco de la Unión Europea (UE) de los últimos diez años.

Europa ha venido participando en más de una veintena de operaciones tanto de carácter civil como militar en los últimos años que han puesto a prueba las capacidades proporcionadas por los Estados Miembros en apoyo de las operaciones. A medida que nos adentramos más y más en el siglo XXI, nuevas amenazas y nuevos retos demandan nuevos roles y nuevas misiones de nuestras Fuerzas Armadas en profunda conexión con la Política Exterior Europea. Como se recogía en el documento «Estrategia Europea de Seguridad: Una Europea segura en un mundo mejor» –el comúnmente conocido como «Documento Solana»– adoptado por el Consejo de la Unión Europea el 12 de diciembre de 2003 bajo el mandato de Javier Solana como Alto Representante de la Política Exterior y de Seguridad Común, y posteriormente ratificado en 2008, *«En ésta época de globalización, las amenazas lejanas pueden ser tan inquietantes como las cercanas.....nuestro concepto tradicional de autodefensa, hasta el final de la Guerra Fría, se basaba en el peligro de invasión. Con las nuevas amenazas, la primera línea de defensa estará a menudo en el extranjero. Las nuevas amenazas son dinámicas»*. La Operación Atalanta lanzada en 2010 contra la piratería en el cuerno de África constituye un buen ejemplo de ello.

---

Las operaciones de hoy en día y las que puedan surgir el día de mañana son y serán drásticamente diferentes de aquellas que se planearon en la época de la Guerra Fría. El cambio ha sido drástico porque las actuaciones de hoy ya no se enmarcan en el máximo poder de destrucción frente a las fuerzas opositoras, sino en operaciones expedicionarias relacionadas con la seguridad internacional dónde el oponente es a menudo difícil de identificar y de aislar y que, además, posee un cierto grado de acceso a las tecnologías existentes, lo que hace muy difícil la identificación de las amenazas.

Las capacidades disponibles y sobre todo la identificación de aquellas capacidades militares de las cuales la UE carece para poder desarrollar de forma adecuada las operaciones a las que se enfrenta, constituye un objetivo prioritario de la PCSD. La movilidad en el teatro de operaciones, o la lucha contra los artefactos explosivos improvisados (IED: Improvised Explosive Devices) son un ejemplo de carencia de capacidades en las operaciones lanzadas hasta ahora por la UE.

Para la ejecución de las tareas derivadas de la aplicación de la PCSD, es decir las de mantenimiento de la paz, la prevención de conflictos y el fortalecimiento de la seguridad internacional, conforme a los principios de la Carta de las Naciones Unidas, las actuaciones de la Unión se basan en las capacidades operativas tanto civiles como militares proporcionadas por los Estados Miembros, capacidades que, de acuerdo con el Tratado de la Unión Europea, los Estados Miembros están dispuestos y comprometidos a mejorar progresivamente. En ese proceso de mejora de capacidades, las actuaciones en el campo de la investigación y tecnología, de forma coordinada entre los Estados Miembros de la UE, constituye un factor clave.

Javier Solana, además, primer director de la Agencia Europea de Defensa expresaba la importancia de las mencionadas actuaciones en su discurso de apertura de la primera conferencia anual de la EDA celebrada en Bruselas el 9 de febrero de 2006 bajo el lema «Investigación y Tecnología: un imperativo para la defensa europea»: *«Todos sabemos que adquirir las adecuadas capacidades militares para poder hacer frente al creciente, complejo e incierto marco de seguridad significa muchas cosas. Necesitamos las Fuerzas, la Doctrina y el Equipo apropiados. Pero para todo eso necesitamos desarrollar nuestra base tecnológica de la defensa. Ese es la razón por la cuál la conferencia de hoy es tan importante. La clave para la transformación de nuestras Fuerzas Armadas está en la tecnología».*

Además, cualquier actuación en aspectos relacionados con la investigación y la tecnología de la defensa es a su vez determinante en el futuro de la base industrial europea de la defensa. Una base que, como expresaron los directores nacionales de Armamento de la EDA en septiembre de 2006 al acordar

---



las características que debería tener el futuro tejido tecnológico e industrial europeo de la defensa, debe poseer los necesarios niveles de competencia –proporcionando tecnologías punta en tiempo– y de competitividad –facilitando las exportaciones a nivel global a través de la eficiencia–. Y por encima de todo, la base tecnológica e industrial de la defensa europea ha de estar específicamente enfocada a las capacidades militares que las Fuerzas Armadas demandan y demandarán ante los nuevos escenarios operacionales.

Del total de la tecnología necesaria para alcanzar los adecuados niveles de capacidades militares podemos debatir qué tipo debe ser generada a nivel nacional por razones de soberanía o simplemente económicas o sociales. Podemos igualmente debatir cuánta de esa tecnología debe, o mejor dicho, tiene que generarse en colaboración a nivel internacional. Y dentro de ésta categoría, cuánta de esa tecnología en colaboración debe desarrollarse en el marco europeo o con otros países aliados teniendo en cuenta las limitaciones que, en lo que respecta a las transferencias de tecnologías, existen en determinados países y que suponen una barrera real frente a al desarrollo de programas de I+T en colaboración. Por último también podemos poner encima de la mesa de debate cuánto de esa tecnología debe ser confiada al mercado global sopesando el aspecto de seguridad de suministro que ello pueda suponer.

En el marco de esos debates debemos tener siempre en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar los que marque la política de defensa nacional lo que a su vez hace necesaria la adopción de una política nacional de tecnología e industrias de defensa que, mediante la definición de objetivos y teniendo en cuenta los múltiples aspectos asociados (estratégicos, económicos, sociales, de política internacional, etc.) permita definir las capacidades tecnológicas e industriales que se consideran clave mantener a nivel nacional, con los correspondientes esfuerzos que eso conlleva. Esta política por tanto definirá igualmente las capacidades tecnológicas e industriales que estamos dispuestos a desarrollar en colaboración en la esfera internacional, con los correspondientes compromisos a nivel de inversiones que eso también conlleva.

En segundo lugar es necesario tener en cuenta la realidad presupuestaria de defensa en los momentos actuales, que limita en gran manera las actuaciones en solitario en el campo de la inversión en tecnologías de la defensa y que por tanto, debe aportar un elemento de realismo a nuestros propios niveles de ambición en dicho campo.

En tercer lugar hay que entender las oportunidades que puede suponer nuestra colaboración a nivel internacional, en el sentido de que, solo a través de las economías de escala que proporciona dicha cooperación, es posible la investigación y la tecnología asociada a los grandes programas de defensa.

---

A nivel europeo, y como consecuencia de nuestro compromiso como Estado Miembro de la Unión Europea y en concreto con su Política Común de Seguridad y Defensa, España se ha comprometido a mejorar las capacidades militares; capacidades que, junto a las de los otros Estados Miembros, permitan un adecuado grado de autonomía, a nivel europeo, en los procesos de implantación de la citada PCSD y que, al mismo tiempo, sea compatible con la soberanía nacional.

Existe además otro aspecto que es necesario mencionar en éste análisis del concepto de innovación y tecnología de la defensa en el marco europeo. En ese escenario de crisis económica al que ya hemos hecho mención, con un especial impacto en los presupuestos de defensa en general y en los de I+T de defensa en particular, es necesario encontrar formas innovadoras que, mediante la colaboración entre los Estados Miembros y la armonización de esfuerzos de las diferentes instituciones involucradas en desarrollos tecnológicos, permitan seguir trabajando en la consecución de ese modelo de base industrial competente y competitivo capaz de proporcionar los equipos de defensa que las capacidades militares demanden.

Aspectos como la búsqueda de sinergias entre las actividades de innovación y tecnología en los campos civil y militar, permitiendo la armonización de esfuerzos y así como el incremento de la efectividad en los esfuerzos lanzados por las distintas instituciones europeas en ese campo o el desarrollo de fórmulas de «pooling and sharing» que permitan compartir líneas de actuación y costes, son necesarias si queremos seguir trabajando en la mejora de nuestras capacidades de defensa. Las fórmulas de cooperación a nivel institucional europeo que permitan maximizar las inversiones en innovación y tecnología sobre la base de las tecnologías de doble uso utilizadas tanto en los equipos y sistemas de defensa, que proporcionan las capacidades militares necesarias para hacer frente a las operaciones de la PCSD, como en aplicaciones de carácter civil se torna irrenunciable en las presentes circunstancias de penuria económica.

Este capítulo pretende precisamente exponer la visión, a nivel europeo, de la investigación y la tecnología en el campo de la defensa en la que el Plan de Desarrollo de Capacidades y la Estrategia de Investigación y Tecnología de la Agencia Europea de Defensa, y su necesaria conectividad, tienen un claro protagonismo. El marco de referencia es la misión asignada a dicha Agencia como institución particularmente designada para desarrollar, entre otros aspectos, dicha misión dentro de la UE «*La Agencia Europea de Defensa tendrá como misión.....d) apoyar la investigación sobre tecnología de la defensa y coordinar y planificar actividades de investigación conjuntas y estudios de soluciones técnicas que respondan a las futuras necesidades operativas*»<sup>(1)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Artículo 45 apartado d) de la versión consolidada de Tratado de la Unión Europea

## ■ LAS CAPACIDADES MILITARES COMO MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LA UE

Ya hemos mencionado que la Acción Común por la que se creaba la Agencia Europea de Defensa ya establecía en su artículo 2 que la Agencia tendrá como Misión apoyar al Consejo y a los Estados Miembros en su esfuerzo por mejorar las capacidades de defensa de la UE en el ámbito de la gestión de crisis y respaldar la Política Común de Seguridad y Defensa. El Tratado de Lisboa, profundiza aún más asignando a la EDA el papel de contribuir a definir los objetivos de capacidades militares de los Estados Miembros así como a evaluar el respeto de los compromisos de capacidades contraídos por dichos Estados Miembros.

La mejora de las capacidades militares, constituye por tanto uno de los compromisos más relevantes adquiridos por los Estados Miembros de la Unión Europea en el marco de las Disposiciones sobre Política Común de Seguridad y Defensa recogidas en el Tratado de Lisboa. Así lo contempla el apartado 3 del Artículo 42 en el que, además de ese compromiso, también se recoge el de los Estados Miembros para poner a disposición de la Unión, a efectos de aplicación de la Política Común de Seguridad y Defensa, capacidades civiles y militares para contribuir a los objetivos definidos por el Consejo de la UE.

El Tratado de Lisboa designa a la Agencia Europea de Defensa e introduce una nueva figura en el ámbito de la puesta en común de capacidades militares y de los elementos asociados, mediante la cual, los Estados Miembros que cumplan criterios más elevados para realizar misiones y que hayan suscrito compromisos más vinculantes en la materia para realizar las misiones más exigentes, establecerán una Cooperación Estructurada Permanente en el marco de la Unión. El Protocolo n° 10 del Tratado «Sobre la Cooperación Estructurada Permanente establecida por el Artículo 42 del Tratado de la Unión Europea» asigna así mismo a la Agencia Europea de Defensa la tarea de contribuir a la evaluación periódica de las contribuciones de los Estados Miembros participantes en materia de capacidades. Este importante aspecto de la Cooperación Estructurada Permanente, desde mi punto de vista, está llamado a jugar un papel clave en la forma de cooperar de los Estados Miembros incluida por supuesto la cooperación en investigación y tecnología.

El análisis de las capacidades militares de la Unión Europea, recogido en el Plan de desarrollo de Capacidades (PDC) elaborado por la Agencia Europea de Defensa, conjuntamente con sus 26 países miembros participantes (es decir todos los de la Unión Europea menos Dinamarca), el Comité Militar de la UE y el Estado Mayor de la UE, constituye el documento de referencia en el proceso de mejora de capacidades militares de la Unión. El PDC, que fue presentado en

julio de 2008 y que, como consecuencia de su propia naturaleza de documento vivo, se encuentra en proceso de revisión, es el marco de referencia no solo para las autoridades nacionales responsables del desarrollo de las capacidades militares, sino también para los centros de investigación tanto públicos como privados y para las propias industrias relacionadas con la defensa ya que marca las pautas que habrá que seguir en el futuro a la hora de racionalizar los esfuerzos asociados a la investigación y la tecnología de defensa que permitirán proporcionar las citadas capacidades militares.

EL PDC proporciona un cuerpo doctrinal de análisis de las necesidades de capacidades militares, de las tendencias y de las carencias, en el marco temporal del año 2025. El PDC no pretende ser un plan supranacional que reemplace a los planes nacionales de capacidades militares y como tal se centra en identificar las áreas en las que los Estados Miembros están dispuestos a colaborar para el desarrollo y mejora de las capacidades y sobre todo pretende acabar, siempre teniendo en cuenta los aspectos asociados a la soberanía nacional, con la histórica fragmentación europea de la demanda y la falta de requisitos armonizados y de prioridades conjuntas. En definitiva pretende evolucionar hacia una cultura basada en la dependencia mutua de los factores determinantes que contribuyen al desarrollo de las capacidades, incluidos los factores asociados a la investigación y la tecnología de defensa.

Es evidente que el futuro es impredecible pero con la información disponible en estos momentos es posible tener una aproximación al contexto de las futuras operaciones y con ello poder barajar un conjunto de posibilidades, en cuanto a capacidades militares se refiere, que puedan hacerle frente. En este sentido la conducción de las futuras operaciones no puede ser analizada sin considerar los aspectos políticos, sociales, culturales y tecnológicos. Estos últimos son especialmente relevantes ya que en el marco de la actual revolución tecnológica, la búsqueda de ventajas competitivas a través de la explotación de nuevas tecnologías es absolutamente prioritaria a la hora de mantener un cierto grado de autonomía en cuanto a las operaciones de la Unión.

¿Cuáles son por tanto las potenciales tendencias en las características de las futuras capacidades militares que se necesitarán en las misiones asociadas a la Política Común de Seguridad y Defensa y que por tanto tendrán un impacto en las decisiones sobre las inversiones y esfuerzos en investigación y tecnología y por ende en el formato de la base tecnológica e industrial de la defensa europea?

Esta es una pregunta a la que intentó responder el trabajo conjunto coordinado por la EDA y en el que participaron además de los Estados Miembros, el Comité Militar de la UE, el Estado Mayor de la UE y el Instituto de Estudios de Seguridad de la UE de París y que se incluyó en el documento «*Visión a largo plazo de las capacidades y necesidades de la defensa europea*» presentado

---

en octubre de 2006 con ocasión de la reunión de los Ministros de Defensa de la UE en Levi (Finlandia) bajo la presidencia de dicho país del Consejo de la Unión.

A continuación se analizan los rasgos generales en cuanto a tendencias esperadas en las tres familias de capacidades militares: *Conocimiento*, *Entrada en Combate* y *Maniobra* en que se engloban las seis áreas establecidas, dos por cada familia, para el análisis de las capacidades militares, es decir *Información* y *Mando y Control* en la familia de «Conocimiento», *Protección y Entrada en Combate* en la de «Entrada en Combate» y *Despliegue y Sostenimiento* bajo el paraguas de la familia de «Maniobra». Tendencias que deberán marcar los futuros esfuerzos en investigación y tecnología con aplicación a la defensa pero cuyo origen puede estar perfectamente asociado a la investigación y tecnología.

### ■ Área de Conocimiento

Un aspecto clave de las futuras operaciones es que la capacidad para planificar, preparar y conducir operaciones basadas en el conocimiento (Knowledge-based operations) será fundamental para asegurar que las fuerzas expedicionarias serán capaces de ejecutar y alcanzar los objetivos estratégicos que se determinen. Este aspecto impacta muy directamente en la primera de las familias en las que se divide el análisis de capacidades. Es decir en la del Conocimiento (Knowledge) que a su vez incluye tanto las capacidades militares de Información, como las relacionadas con el Mando y Control de las operaciones, incluida claro está la propia gestión de la información.

El principal reto en este campo será el de establecer las adecuadas arquitecturas relacionadas con los procesos de obtención y gestión de las tecnologías de la información. (IT: Information Technology). Potencia de computación, almacenamiento de datos, capacidad de anchos de banda, conectividad e interoperabilidad serán clave y el concepto NEC (Network Enable Capability) será fundamental para todos los actores tanto en el teatro de operaciones como en los centros de mando de la retaguardia localizados a miles de kilómetros en los países de origen de las fuerzas expedicionarias. Para ello la toma de decisiones deberá estar basada en una adecuada cobertura de vigilancia, día y noche, desde localizaciones remotas y sobre las zonas a las que se tiene negado el acceso. La precisión y la capacidad de seleccionar la información basada en apropiadas arquitecturas de inteligencia que permitan integrar plenamente las operaciones desde el nivel estratégico al nivel táctico serán clave para el desarrollo de dichas operaciones.

Las futuras capacidades de C4ISTAR (Mando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) (C4ISTAR: Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Tar-

---

get Acquisition and Reconnaissance) deberán ser desarrolladas sobre la base de las necesidades globales y no en plataformas. En el futuro, las capacidades de C4ISTAR en el teatro de operaciones deberán ser coordinadas por el mando conjunto para permitir a dicho mando la adecuada toma de decisiones sobre qué tipo de capacidad disponible utilizar en función del objetivo a alcanzar en cada momento y esto, en tiempo real. Por ello la habilidad para integrar datos procedentes de todos los sensores, incluidos los utilizados por las estructuras civiles, y proporcionar la necesaria información de inteligencia, en tiempo, requerirá de una potente arquitectura de red. En definitiva será necesaria una gestión de la información suficientemente robusta que permita alcanzar los efectos estratégicos deseados.

En el área del conocimiento, la tecnología civil tendrá una importancia dominante en el futuro, aspecto relevante a la hora de analizar las tecnologías de doble uso. Será necesario incrementar la potencia de los sistemas informáticos así como avanzar en desarrollos de software a fin de mejorar las herramientas de apoyo a la decisión. Deberá incluir capacidades de simulación «sobre el terreno» para ayudar al planeamiento táctico y operativo, planeamiento que por otra parte demandará el uso frecuente de sensores de alta resolución para reflejar la situación real.

El conocimiento de la situación en tiempo real o muy próximo al tiempo real mediante las mejoras de las comunicaciones, sistemas de posicionamiento y otros tipos de sensores que cubran el campo de C4ISTAR será fundamental a la hora de analizar la situación de las fuerzas propias así como la de los adversarios, permitiendo al mismo tiempo un rápido análisis y control de los daños y consecuencias del combate efectuado frente a dichos adversarios.

La ampliación de frecuencias y anchos de banda de las comunicaciones junto a una reducción en el tamaño de los equipos de comunicación (nanotecnologías) facilitarán la transferencia de datos, imagen y voz, especialmente entre unidades móviles permitiendo establecer líneas directas de comunicación entre los comandantes y sus soldados a nivel individual.

Otro campo tecnológico estrechamente relacionado con el Mando y Control de las Operaciones es el de los sensores y la correspondiente recogida y gestión de la información. En éste campo existen diferentes áreas tecnológicas que deberán ser desarrolladas para impactar positivamente en el propio desarrollo del concepto NEC. En primer lugar una mejora en las características de las nuevas generaciones de sensores tanto de aquellos transportados en las plataformas como puedan ser los UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) es decir los denominados «High-ends» como aquellos transportados por las unidades de tropa y los propios soldados. Es decir los «Low-ends». En segundo lugar es necesario el desarrollo de tecnologías que impacten positivamente en la proli-

---

feración del número de sensores a fin de hacerlos más simples, más pequeños y más baratos permitiendo su utilización en múltiples plataformas, vehículos, etc. O que incluso puedan ser desplegados y abandonados para proporcionar información y sin que puedan ser recuperados. El coste de esos sensores en este caso, es clave.

El procesamiento de datos procedentes de los sensores y su correspondiente fusión será otra de las tecnologías a desarrollar para el apoyo al área de Conocimiento desde el punto de vista de capacidades. Existen dos aspectos que es necesario tener en cuenta en el desarrollo de la tecnología de sensores. En primer lugar el factor humano. El factor humano sigue siendo elemento clave de las operaciones pero su capacidad de asimilación de datos es limitada por lo que la fusión de datos y su presentación frente a la que ha de tomar las decisiones, ha de ser muy selectiva. Otro aspecto es su proliferación y por tanto la posibilidad de que incluso en el caso de oponentes con relativas limitaciones en cuanto a capacidades y fuentes de suministro, estos puedan tener acceso cada vez mayor a diferentes sensores, entre otros motivos por los propios desarrollos en el mercado civil. Es el caso de los sensores electro-ópticos incluidos los elementos de visión nocturna e incluso radares de construcción elemental. La superioridad de nuestras fuerzas respecto al conocimiento de la situación, no estará por tanto garantizada en todas las ocasiones.

Por último, en apoyo del área de conocimiento y del «networking» de las capacidades militares, serán necesarias fuentes de potencia estables y duraderas que permitan, hasta el nivel individual del soldado, asegurar el funcionamiento continuado de los sensores y equipos de comunicación. En este sentido, los mayores desarrollos en baterías y «fuel cells» como elementos de potencia, se esperan en el campo civil, pero será necesario investigar en células solares u otros tipos de tecnología que permitan un apoyo logístico continuado a la variedad de fuentes de potencia.

### ■ Área de Entrada en Combate y Protección

En la familia de Entrada en Combate (Engagement), que incluye las capacidades militares de Protección y Entrada en Combate propiamente dicha, la tendencia general es que las plataformas utilizadas estarán cada día más y más incluidas en la red, es decir en el marco del concepto NEC. Esto significa la necesidad de que dichas plataformas proporcionen información a otras y reciban información de otras que le permitan ejecutar su papel, en lo referente a su entrada en combate, de acuerdo con los efectos requeridos en cada momento.

El hecho de que las plataformas operen en distintos espacios (aéreo, transportadas en medios aéreos, terrestre, de superficie en el mar o sumergidas) supone la existencia de diferencias entre ellas en términos de velocidad, durabilidad, o

---

vulnerabilidad frente a ciertas amenazas e igualmente en cuanto a las posibilidades de transportar determinados sensores y sistemas de armas. Predecir qué tipo de plataformas o qué familia de ellas serán las más eficientes en el futuro dependerá evidentemente del marco operativo, de las misiones a alcanzar o del tipo de adversario. Por lo tanto a priori es difícil establecer qué desarrollos tecnológicos y sus correspondientes esfuerzos de inversión podrían afectar de forma más general con impactos positivos en cualquier tipo de plataforma y marco operativo.

Aunque en principio todo tipo de plataformas continuarán siendo relevantes en el planeamiento de las operaciones, desde el punto de vista tecnológico y aparte de los aspectos de «networking» de las mismas antes mencionados, la tendencia esperada es a una mayor disponibilidad y utilización de los vehículos no tripulados incluidos los de pequeño tamaño, así como a una expansión de las tareas encomendadas a dichos vehículos. El rango de dicha expansión estará en función de los futuros desarrollos tecnológicos principalmente en la calidad y seguridad de las comunicaciones y transmisión de datos que permitan manejar y optimizar dichas plataformas desde sus operadores remotos.

Por otra parte muchas de las funciones de las plataformas no tripuladas serán ejecutadas de forma autónoma a medida que los elementos de inteligencia a bordo sean tecnológicamente más desarrollados.

Dadas las diferentes características de las plataformas y los espacios en los que se emplean a los que antes hemos hecho mención, los aspectos de investigación y tecnología a ellas asociados de cara al futuro variarán ligeramente.

En el campo de los vehículos terrestres los aspectos más relevantes desde el punto de vista de la tecnología son los de protección de los mismos así como la del personal de sus tripulaciones o en ellos transportados. Nuevos materiales consecuencia de nuevos desarrollos tecnológicos deberán incrementar la protección pasiva con las limitaciones lógicas de peso que pudieran restringir la capacidad operativa de los vehículos para la que están concebidos. Aquí se incluyen igualmente los materiales de camuflaje abarcando una amplia lista multispectral de protección que reduzca significativamente la firma de los vehículos contra sensores y armas inteligentes. Las medidas de protección activa por su parte, incluidas las armas de energía directa como el láser, integradas en los vehículos, ofrecen unas ciertas expectativas respecto a determinados tipos de ataque pero todavía con una efectividad de carácter limitado en, por ejemplo, las amenazas de corto alcance como son los Artefactos Explosivos Improvisados (IED: Improvised Explosive Devices). Ello sin tener en cuenta los propios efectos colaterales de dichas medidas de protección, cuya aplicación pueden hacerlas inviables en las áreas urbanas.

---



Otro aspecto importante respecto de las futuras tecnologías asociadas a las plataformas terrestres son, también como ocurre en la familia de «Conocimiento», las fuentes de potencia y propulsión. Aquí, una vez más es el sector civil el que está llevando el liderazgo de los desarrollos tecnológicos con apuestas por nuevos tipos de carburantes o soluciones híbridas, todas ellas concebidas bajo el paraguas de las nuevas restricciones medio ambientales que también afectan muy directamente a la forma de operar de las Fuerzas Armadas. Estos nuevos desarrollos no van a tener un impacto directo en las capacidades militares de las plataformas terrestres, pero sin lugar a dudas son necesarios a fin de cumplir los requerimientos y estándares de medio ambiente.

En cuanto a las plataformas aéreas, los aspectos más relevantes en el campo de la investigación y la tecnología son el papel de las mismas en las operaciones aire-tierra tanto desde el punto de vista del espectro ISTAR como del de portadoras de armas, sin olvidar su propia protección frente a las amenazas basadas en tierra. Los desarrollos tecnológicos deberán tener en cuenta un incremento en el uso de los UAVs tanto de pequeño tamaño como del tipo UCAVs (Unmanned Combat Air Vehicles) para su utilización como fuentes de reconocimiento e información y como plataformas de combate respectivamente. El uso de tecnologías de enmascaramiento «stealth» tanto para vehículos tripulados como no tripulados que permitan una mejora de la supervivencia de dichas plataformas frente a las amenazas procedentes de tierra es otro campo fundamental a desarrollar en los vehículos aéreos.

La capacidad ISTAR embarcada en plataformas aéreas contra objetivos terrestres deberá ser mejorada mediante los correspondientes desarrollos tanto en tecnologías radar como en el área electro-óptica. Los radares de apertura sintética permitirán una mayor resolución y por tanto una mejor discriminación entre diferentes tipos de objetivos al mismo tiempo que mejorarán la capacidad de vigilancia en cualquier condición climatológica. La miniaturización de radares y sensores electro-ópticos permitirá su instalación en UAVs de pequeñas dimensiones. Desarrollos tecnológicos en el ámbito de la NEC permitirán reducir el tiempo entre la localización de objetivos y la preparación y el lanzamiento del correspondiente armamento desde las plataformas aéreas. La mejora en el conocimiento de la situación (Situational Awareness) por medio de sensores, permitirá igualmente mejorar la próxima generación de identificadores amigo/enemigo en el ámbito aire-aire o la identificación de combatientes en los ataques aire-tierra, reduciendo el riesgo de bajas amigas.

Pero quizás el aspecto más relevante respecto de los vehículos aéreos no tripulados sea el de su utilización en espacios aéreos no segregados. Por el momento su utilización se limita a espacios aéreos no compartidos con otros vehículos aéreos tripulados. La iniciativa SESAR (Single European Sky, Air traffic management Research) de la Unión Europea creada bajo el marco de la ley europea

---

es un claro proyecto creado en el marco de la gestión del espacio aéreo y que por definición también deberá tener implicaciones en el área de la defensa.

Las plataformas navales por su parte serán utilizadas principalmente en apoyo de las operaciones, pero también para la protección de las bases logísticas y de las líneas marítimas de comunicaciones dentro y hacia las áreas donde se desarrollan las operaciones. Los desarrollos tecnológicos en éste área deberán incluir los vehículos no tripulados de superficie (USVs: Unmanned Surface Vehicles) y submarinos (UUVs: Unmanned Underwater Vehicles) como plataformas de reconocimiento así como plataformas contra minas en el mar (MCM: Maritime Counter Measures). Igualmente serán prioritarios los avances tecnológicos en contramedidas contra amenazas submarinas que puedan ser dirigidas a plataformas navales o buques civiles.

Aunque los soldados en sí no pueden ser considerados como tales plataformas, no cabe duda de que con los desarrollos habidos alrededor de la figura del soldado individual –los denominados «combatientes del futuro»– estos van adquiriendo cada vez más el papel de «plataformas» desde un punto de vista tecnológico. Por ello se puede establecer una cierta similitud entre los aspectos de investigación y tecnología relacionados con los vehículos terrestres y los soldados en el sentido de que protección e integración en la red constituyen, también para los soldados, los dos aspectos más importantes de su entorno tecnológico, sin olvidar todos los aspectos relacionados con el entrenamiento y por tanto la necesidad de desarrollar las correspondientes tecnologías de simulación.

La nanotecnología juega un papel fundamental en el equipamiento del soldado del futuro. Hay que tener en cuenta que los equipos informáticos y de comunicación han de ser transportados por dichos soldados, lo que supone grandes limitaciones de peso para evitar el impacto negativo que ello supone en cuanto a su maniobrabilidad. Nuevos materiales para chalecos antibalas que tengan en cuenta el confort del soldado con filtros de agua y aire, anti bacteria, ropa funcional y equipo de camuflaje son otro aspecto de las mejoras tecnológicas hacia las que se tiende en este campo.

La mayoría de los desarrollos tecnológicos deberán orientarse en definitiva a la mejora de la situación operacional del soldado en ambiente urbano. Estos desarrollos incluirán radares portátiles para detección de minas, sensores de visión para detección de francotiradores y su localización, etc. En todo ello, como ya se ha mencionado anteriormente al hablar del área de mando y control, las fuentes de potencia para los sistemas del soldado del futuro que permitan continuidad en los sistemas de información y comunicación de su equipo, serán críticas.

Los sistemas de armas constituyen un elemento fundamental de la capacidad militar de entrada en combate. Los retos tecnológicos más importantes en esta

---

área lo constituyen los sistemas de armas asociados a sensores y a la transmisión de datos vía red (network) con objeto de producir de una forma más eficiente los efectos deseados que pueden ser tanto destructivos como no destructivos.

En términos de efectos destructivos esto significa una mayor evolución de los aspectos asociados a los desarrollos tecnológicos en el campo de las municiones guiadas de precisión (PGM: Precision Guided Munitions). Objetivo, conseguir mayor precisión, menos índices de fallo y mejor resistencia a las contramedidas, todo ello con el fin de reducir los efectos colaterales o los efectos del fuego amigo. Nuevos desarrollos tecnológicos en el campo de los materiales energéticos permitirán mejoras en la capacidad explosiva del armamento (en el entorno del 20 a 25%), en la autonomía de los motores cohete (hasta un 50%), mejora de las actuaciones en las armas submarinas (como torpedos o minas de hasta un 25%) así como en el poder de penetración.

Sin pretender ser exhaustivo, las denominadas armas de energía directa (DEW: Directed Energy Weapons) están emergiendo como armamento utilizado en la entrada en combate. Estas armas de energía directa, otro importante campo en la investigación y la tecnología capaz de proporcionar las capacidades militares requeridas en el futuro, se basan en las microondas de alto poder (HPM: High Power Microwaves) y las armas láser. Si bien este tipo de armas tienen el atractivo de viajar a la velocidad de la luz y de no utilizar municiones, su utilización requiere un importante suministro de energía lo que supone, por el momento, serias restricciones en cuanto a su utilización en las operaciones.

En lo que respecta a las amenazas provenientes del uso no-convencional, los desarrollos tecnológicos en el campo civil pueden incrementar las posibilidades del adversario. Esto puede afectar principalmente a las armas biológicas debido a los rápidos avances en la biotecnología que pueden dar lugar a la obtención, por su parte, de armas o agentes virulentos que pueden escapar al tratamiento efectivo o a los medios convencionales de detección. Mientras que los avances tecnológicos directamente relacionados con las amenazas químicas, radiológicas o nucleares pueden parecer más lentos en comparación con los de las amenazas biológicas, es importante no olvidar que la proliferación del conocimiento tecnológico en aquellos casos, puede poner dichas amenazas en manos de un gran número de potenciales actores. Con respecto a la protección contra ataques químicos o biológicos, la investigación y la tecnología deben enfocarse en mejorar los aspectos de protección, descontaminación y tratamiento de los afectados, pero por encima de todo debe enfocarse a la detección y a la mejora del conocimiento de la situación (situational awareness). Aquí como en otras aéreas de capacidades, también en el campo de la lucha CBRN, los sensores proporcionarán la información necesaria para el conocimiento de la situación, incluidos los sensores remotos.

---

## ■ Área de Maniobras

El Despliegue y el Sostenimiento, como áreas de la familia de Maniobras dentro de las capacidades militares, estarán igualmente afectados por los aspectos de «network», comunicaciones y red. Los sensores asociados a posicionamiento y seguimiento y los sistemas de auto chequeo que permitan auto reparaciones en los materiales serán los campos de mayor desarrollo tecnológico en el futuro. Igualmente los desarrollos asociados al apoyo sanitario en forma de telemedicina y seguimiento remoto de pacientes serán necesarios para mejorar el tratamiento de los heridos en el mismo teatro de operaciones. El desarrollo de la biotecnología permitirá así mismo una mejora en el tratamiento de las bajas producidas.

En el campo del apoyo individual al soldado existen interesantes expectativas que deben seguir siendo desarrolladas como son las posibilidades que ofrece la biotecnología en cuanto a la mejora de la capacidad de actuación humana a través de la reducción del stress y la fatiga o la mejora de atención. No obstante es preciso no olvidar aspectos legales y éticos que sin duda jugarán un papel fundamental en el desarrollo de estas tecnologías así como en su aceptación, para uso general, en la sociedad.

El mantenimiento y la logística de los sistemas basados en nuevas tecnologías son difíciles de predecir antes de que el desarrollo de dichos sistemas haya avanzado a un estado de madurez suficiente pero, en principio, los aspectos de sostenibilidad serán decisivos a la hora de popular determinados sistemas.

Diseños innovadores para buques de alta velocidad y aviones de transporte de alta capacidad son otras de las áreas que están siendo desarrolladas en el campo de la logística estratégica, pero estos diseños están más relacionados con consideraciones de ingeniería para nuevas generaciones de vehículos que con avances tecnológicos como tales.

En el campo de la logística, que es al que se refiere esta área de maniobras en el marco de las tres familias en las que se dividen las capacidades militares, si bien la ciencia y la tecnología tendrán su impacto directo a través de otros desarrollos ya mencionados en las otras dos áreas como son los sensores, las comunicaciones, los materiales innovadores, las fuentes de potencia o propulsión o las fuentes alternativas de energía, serán las fórmulas innovadoras de gestión las que tendrán un impacto mayor en la eficiencia de los despliegues y el sostenimiento. La gestión en cooperación de las flotas de transporte estratégico como forma de mejorar el coste-eficacia en el apoyo logístico a las operaciones es un claro ejemplo de ello.

Los desarrollos tecnológicos en esta área deberán tener en cuenta en cualquier caso los objetivos primordiales del despliegue y el sostenimiento. Es decir asegurar el despliegue rápido de las fuerzas de combate terrestres y áreas para lo cual las disponibilidades y capacidades (incluidas las cargas de grandes dimen-

siones) de transporte por mar y aire serán cruciales. El probable incremento en la frecuencia y la duración de las operaciones requerirá la necesidad de planificar cuidadosamente encontrando un balance adecuado entre el apoyo logístico orgánico y el proporcionado a través de los contratos con la industria.

Uno de los aspectos que se están mostrando como necesarios en el campo de la logística, en particular cuando se trata de operaciones de tipo expedicionario donde la presencia y movilidad en el teatro de operaciones es muy limitada por razones de seguridad, es el de una logística basada en el mar por lo que el campo que se abre desde el punto de vista tecnológico es ciertamente interesante.

## ■ LA ESTRATEGIA EUROPEA DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA EN DEFENSA

La mejora de la efectividad en la investigación y tecnología de defensa en Europa en apoyo de las capacidades militares requeridas para apoyo de las misiones de la PCSD y como medio para fortalecer la base tecnológica e industrial de la defensa así como la de promover la cooperación de armamentos, constituye una de las cuatro estrategias en las que la Unión Europea, a través de la Agencia Europea de Defensa, se encuentra involucrada.

### ■ La Realidad de la Investigación y la Tecnología de defensa en la UE

La inversión en investigación y tecnología es vital para mantener las capacidades de defensa e industriales en el futuro y permitir un cierto grado de autonomía a nivel europeo a la hora de poder lanzar sus operaciones bajo el paraguas de la PCSD. Los márgenes para incrementar dichas inversiones son verdaderamente limitados a la vista de la tendencia restrictiva en los presupuestos de defensa pero las posibilidades de mejorar dichas inversiones en colaboración y de mejorar la sinergias entre las inversiones civiles y las específicamente de defensa son realmente prometedoras.

De acuerdo con los últimos datos elaborados por la EDA, los gastos totales en defensa de sus países participantes en 2009 ascendieron a 195 millardos de Euro habiendo disminuido en los últimos cuatro años desde que se empezaron a elaborar las estadísticas por la Agencia (2006-2009) en un 3,48% en términos nominales.

De ellos la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) disminuyó en un 2,3% y en un subsector de esta, la Investigación y Tecnología (I+T), en un 8,07%<sup>(2)</sup>.

---

<sup>(2)</sup> De acuerdo con la definición aceptada por los países miembros participantes de la EDA, la inversión en I+T cubre el gasto realizado en investigación básica, investigación aplicada y demostración tecnológica con propósito de defensa (es decir aproximadamente del Technical Readiness Level 1 al 6). No incluye por tanto el gasto para demostración o desarrollo de productos y sistemas para los cuales ha sido tomada una decisión de adquisición y ha sido prevista una fecha de entrada en servicio. El I+T es por tanto una parte del I+D.

Pero quizás el dato más relevante es que en un escenario de penuria presupuestaria en el que es muy difícil alcanzar objetivos tecnológicos en solitario, el gasto en colaboración en I+T respecto del total en I+T ha disminuido en casi un 23% entre 2008 y 2009. Es decir que los países de la Unión Europea siguen invirtiendo en I+T mayoritariamente de forma fragmentada perdiendo las oportunidades que representan las economías de escala.

Invertir de forma más efectiva y más en colaboración es por tanto un objetivo prioritario para los países miembros de la Unión Europea si no se quiere perder el tren tecnológico relacionado con la defensa, con los impactos negativos que eso supone en términos de capacidades militares.

La Estrategia Europea de Investigación y Tecnología (EDRT: European Defence Research and Technology) lanzada por los Ministros de Defensa de los Estados Miembros participantes de la EDA en noviembre de 2008 es un proyecto ambicioso que ha de enfrentarse con la fragmentación habida en esta área a nivel europeo hasta la fecha. Es más puede ser vista como una amenaza para las diferentes bases tecnológicas e industriales de la defensa a nivel nacional. No obstante, la realidad es que la estrategia está en marcha no solo porque fue aprobada por los países miembros de la EDA sino porque se encuentra avalada por diferentes tendencias.

En primer lugar la necesidad de basar la planificación en investigación y tecnología realizada por los Estados Miembros tanto a nivel nacional como a nivel europeo en los planes de capacidades militares. Los esfuerzos en investigación y tecnología deben estar profundamente relacionados con las capacidades militares que se pretenden alcanzar para hacer frente a las operaciones. Seguir invirtiendo en aspectos relacionados con sistemas de defensa asociados a la Guerra Fría es hoy en día absolutamente disparatado. En el apartado anterior de éste capítulo se ha hecho mención a algunas de las consideraciones tenidas en cuenta en el Plan de Desarrollo de Capacidades que, como se ha descrito anteriormente pretende, mediante el trabajo catalizado por la Agencia con los Estados Miembros, establecer el marco de referencia en cuanto a qué capacidades militares se consideran prioritarias para obtener en el marco de las operaciones de la UE. La conectividad entre este PDC y la planificación en investigación y tecnología de defensa debe ser absoluta para asegurar los efectos requeridos. Es decir que los demostradores tecnológicos que, eventualmente puedan surgir de los desarrollos en investigación y tecnologías, deben tener como objetivo convertirse en equipos de defensa capaces de cubrir áreas concretas de capacidades militares. Y la obtención de dichas capacidades ya se ha puesto en marcha a nivel europeo a través del PDC antes mencionado.

En segundo lugar, la tendencia, ciertamente frenada en el último par de años, a la reestructuración de la industria de defensa europea y a la propiedad transnacional tanto a nivel de grandes industrias integradoras de sistemas como de las pequeñas y medianas empresas integrantes de la importante cadena de

suministro relacionada con el equipamiento de la defensa. Es necesario recordar que seis países de los miembros de la EDA (Alemania, Francia, España, Italia, Reino Unido y Suecia) decidieron en 1998 poner en marcha un proceso para facilitar la reestructuración transfronteriza de las industrias europeas de defensa, lo que en principio, hace más evidente la necesidad de cooperar a la hora de invertir en tecnologías.

En tercer lugar, la imperiosa necesidad de crear sinergias entre las actividades de investigación y tecnología civiles y militares incluyendo la armonizada cooperación a nivel institucional dentro de la propia Unión Europea como es el caso de la Comisión Europea responsable del Programa Europeo de Investigación en Seguridad (ESRP: European Security and Research Programme) y la EDA o que de alguna forma está relacionada con la Unión Europea como es el caso de la Agencia Europea del Espacio.

La estrategia europea de investigación y tecnología tiene en cuenta todos los anteriores aspectos con el objetivo de cambiar las pautas con las que la colaboración en investigación y tecnología en Europa se ha venido desarrollando hasta ahora. No obstante, antes de analizar el contenido de dicha estrategia, es importante ser realistas y tener en cuenta la situación europea en este aspecto.

De acuerdo con el último análisis realizado por la Agencia Europea de Defensa referido a los datos de 2009 y a la serie temporal 2006-2009 (en el año 2006 se comenzó a realizar el análisis de los datos de defensa de los países participantes en EDA), los veintiséis países participantes en la misma invirtieron en 2009 un total de 8,4 millardos de Euro en Investigación y Desarrollo (I+D) (8,6 Millardos de Euro en 2008). Esta suma constituye el 4,3% de total gastado en defensa en 2009 cifra muy similar en términos absolutos a la de 2008. Tan solo dos países de esos veintiséis (Francia y Reino Unido) cubren el 78% de los 8,4 millardos de Euro habiendo asignado el 9,45% y el 7% respectivamente del total de su presupuesto en defensa a la I+D. Junto con Alemania, los tres países copan el 90% del gasto en I+D de defensa de los veintiséis países de la EDA.

En lo que respecta a Investigación y Tecnología (I+T) como parte integrante del I+D, (La I+T representa el 27% de la I+D), los países EDA invirtieron en 2009 un 1,17% del total del gasto en defensa. En éste caso los tres mayores inversores cubren el 81% y cuando se expande el grupo de cabeza a ocho países (Francia, Reino Unido, Alemania, Holanda, España, Suecia, Italia y Finlandia en orden de mayor a menor) alcanzan entre ellos el 98% de las inversiones en I+T de los países de la Unión<sup>(3)</sup> (Siempre con la salvedad de Dinamarca cuyos datos no forman parte de las estadísticas de la EDA).

---

<sup>(3)</sup> Es importante recordar que seis de esos ocho países: Alemania, España, Francia, Italia, el Reino Unido y Suecia constituyen el denominado grupo de países Lol (Letter of Intent). Estos países firmaron en la feria de Farnborough de 1998 una carta de intenciones por la que se comprometían a facilitar la reestructuración transfronteriza de las industrias europeas de defensa y que más tarde en 2000 firmaron un acuerdo marco.

Profundizando en el análisis de la I+T de defensa europea, el 14,8% del total invertido en I+T estuvo relacionado con proyectos o programas en colaboración en 2009. De ese porcentaje, el 88% estuvo enfocado en colaboración a nivel europeo, lo que significa que el I+T en colaboración en 2009 estuvo en los márgenes del 13,1% del total empleado en I+T. Comparado con 2008 (16,6%) supone una importante disminución de la I+T en colaboración, curiosamente en época de penuria presupuestaria en defensa dónde la colaboración supone economías de escala y por tanto viabilidad de proyectos que de otra manera son imposibles de lanzar en solitario. De los diecisiete países que informaron tener inversiones en I+T en colaboración, siete de ellos contribuyeron al 94% del total y cinco de ellos (Francia, España, Italia, Suecia y Holanda por orden de mayor a menor) al 87% del total en colaboración a nivel europeo.

En términos generales, la inversión en defensa ha sufrido un recorte del 2,7% en 2009 y la I+D y la I+T en particular del 3,4% y del 8,1%, cifra esta última ciertamente preocupante. Cuando se incluyen los correspondientes deflatores para comparar 2008 con 2009 en términos reales la caída, especialmente en I+T, se alcanza el 9,2%. Aunque las inversiones en I+T están obviamente asociadas a las fluctuaciones anuales relacionadas con los planes de los grandes programas, en este caso concreto la caída está motivada fundamentalmente por los recortes presupuestarios en defensa. Será interesante ver los resultados correspondientes a 2010 (que serán presentados por la EDA en el último trimestre de 2011) ya que el verdadero impacto en los presupuestos de defensa en la mayoría de los países de la UE ha estado reflejado en las cifras de 2010 más que en las de 2009 y es muy probable que continúe su tendencia a la baja en los próximos años.

En cualquier caso, el 1,17% del gasto en I+T en 2009 respecto del gasto en defensa y el 13,1% del gasto en I+T en colaboración respecto del total de I+T a nivel europeo, se encuentran muy por debajo respectivamente del 2% y del 20% marcados como objetivos de referencia por los ministros de defensa durante su reunión en Hampton Court en octubre de 2005 bajo la presidencia británica de la UE. Bien es cierto que las circunstancias económicas posteriores a 2005 no se vislumbraban, al menos con claridad, en aquel entonces, pero si queremos mantener un nivel de ambición adecuado en lo que respecta a la soberanía europea respecto de sus capacidades militares, es necesario modificar esta peligrosa tendencia a la baja.

Aunque el objetivo de este capítulo está centrado en el análisis a nivel europeo de la investigación y la tecnología en defensa, considero sin embargo necesario hacer una breve referencia a las cifras de I+T europeas comparadas con las de EE.UU. Sin entrar en los detalles, la realidad es que el ratio entre ambas cifras se mueve en los márgenes del 1 a 6 a favor de EE.UU con el evidente riesgo de que dicho ratio pueda incluso incrementarse en los próximos años.

---



## ■ **Las iniciativas de la Agencia Europea de Defensa en Investigación y Tecnología**

La estrategia lanzada por la Unión Europea, a través de la EDA, para la puesta en marcha de un plan europeo de inversiones en investigación y tecnología de la defensa, tiene como claro objetivo introducir un cambio sustancial en la forma en la que la colaboración en I+T se ha venido haciendo en Europa. En definitiva pretende la convergencia de las inversiones de los Estados Miembros en I+T. Esta convergencia permitirá mejorar la coherencia en la actividades relacionadas con la I+T de los planificadores de capacidades, los investigadores y desarrolladores de tecnologías, poniendo todos al servicio de las capacidades militares, en definitiva poniendo sus beneficios en manos de los últimos usuarios, es decir los soldados en el teatro de operaciones. Para alcanzar esta convergencia la estrategia europea cubre tres importantes elementos.

En primer lugar los «Fines» mediante la identificación de las tecnologías en las cuales los Estados Miembros deberían invertir de forma conjunta para mejorar las futuras capacidades militares. Esta identificación supone no solo información fundamental para las industrias relacionadas con la defensa, sino también un elemento clave de cara al fortalecimiento de la base tecnológica e industrial de la defensa europea (EDTIB: European Defence Technological and Industrial Base). Cuando los ministros de Defensa adoptaron la Estrategia de la Base Tecnológica e Industrial de la Defensa Europea en mayo de 2007, establecieron como una de las prioridades para los Gobiernos la de «clarificación de prioridades». En este sentido la identificación de las capacidades militares requeridas para a su vez definir las tecnologías necesarias para su obtención suponen un elemento fundamental en la implementación de la EDTIB. Los «Fines» son las tecnologías hacia las que deberían ir encaminadas las inversiones en el marco del nivel de ambición acordado por los Estados Miembros en lo que respecta a la mejora de las capacidades militares.

En segundo lugar los «Medios». Es decir los mecanismos, estructuras o procesos que ayudarán a incrementar la efectividad de las inversiones proporcionando los «Fines» a través de los distintos modos de colaboración incluida la cooperación con instituciones internacionales. Con objeto de mejorar la colaboración y poder alcanzar dichos «Fines» de una manera rápida y eficiente es necesario establecer una serie de «Medios»:

- Mejora en el proceso de integración de la tecnología específica de defensa en el marco de la tecnología de carácter general. Los medios para ello son el diálogo fluido y abierto con la industria y los investigadores, incluidos en ambos casos los de procedencia civil, asegurando la apropiada coordinación con otros actores, organismos e instituciones de la red de investigación y

tecnología europeas alcanzando a las pequeñas y medianas empresas que en la mayoría de los casos juegan un papel muy importante en los nuevos desarrollos tecnológicos. El objetivo que se persigue es mantener una adecuada «Seguridad de Suministro» a través del fortalecimiento de la competitividad y el incremento de la eficiencia de la industria de defensa a través de la mejora de su base tecnológica.

- Promoción del empuje tecnológico como medida de compensación frente a las consideraciones de capacidades exclusivamente. Hemos dicho anteriormente que uno de los aspectos más importantes de la investigación y la tecnología en defensa es su conectividad con las capacidades militares. Sin embargo es también importante realizar un análisis continuo de las tecnologías emergentes en el campo civil que puedan suponer una mejora en las aplicaciones militares encaminadas a cubrir determinadas capacidades militares. Es necesario estar muy atento al desarrollo de tecnologías disruptivas o emergentes que permitan a la UE permanecer competitiva e incluso anteponerse a la actuación en este campo de otros terceros competidores, precisamente para mantener esa ventaja competitiva. La mejora en los mecanismos compartidos de observatorios tecnológicos, junto con la promoción de contactos con el mundo de la investigación civil y la creación de hojas de ruta forman parte de los «Medios» de la estrategia europea.
- Mejora de la muy limitada colaboración existente en la actualidad entre los Estados Miembros de la UE en los aspectos de investigación y tecnología. La puesta en común de planes nacionales, en aquellos aspectos no intrínsecamente relacionados con la soberanía nacional y las políticas nacionales de capacidades tecnológicas e industriales, constituye el camino para mejorar la utilización de los escasos recursos existentes, evitar duplicidades así como para la identificación de aspectos comunes que puedan ser desarrollados en colaboración siempre con el objetivo de la mejora de las capacidades militares a nivel europeo.

Por último las prioridades tecnológicas. En el marco de la implantación de la Estrategia de I+T, la EDA ha confeccionado, junto a los Estados Miembros participantes en la misma y la Asociación de Industrias de Defensa y Seguridad Europea (ASD) una lista inicial de las denominadas áreas tecnológicas prioritarias que ya forman parte de dicha estrategia y cuyo objetivo es identificar la conectividad con los resultados del Plan de Desarrollo de Capacidades. Se trata de 22 áreas tecnológicas en las que el denominador común es el de ser aquellas áreas para las cuales los beneficios derivados de la colaboración y del correspondiente intercambio de información resultan, en principio, más favorables frente a un posible desarrollo individual, incluso teniendo en cuenta las dificultades asociadas a la colaboración multilateral. El hecho de que un solo Estado Miembro, ni siquiera los del grupo de cabeza en cuanto a inversiones en investigación y tecnología no pueda disponer de los recursos necesarios para hacer frente a un desarrollo concreto es otro de los factores tenidos en cuenta a la hora de establecer

---

la lista de áreas funcionales prioritarias. El cruce de estas 22 áreas tecnológicas con las 12 áreas consideradas prioritarias en el campo de las capacidades forma parte del ejercicio de conectividad llevado a cabo por la EDA.

Antes de la creación de la EDA, los proyectos de colaboración en investigación y tecnología en defensa normalmente se basaban en la participación de 3 o 4 países de entre los Estados Miembros con inversiones relativamente poco ambiciosas. El intercambio de información entre los proyectos para proporcionar sinergias era realmente limitado debido a la diferente composición en cuanto a países participantes en los diferentes proyectos.

La EDA ha venido a cambiar ese panorama en el sentido de actuar como catalizadora de los proyectos promocionando programas de investigación y tecnología con un mayor número de participantes y permitiendo la identificación de sinergias entre los distintos proyectos y con ello la duplicidad de esfuerzos. El primer modelo lanzado por la EDA lo constituyó el denominado Programa de Inversión Conjunta (JIP: Joint Investment Programme) y en concreto el relacionado con la protección de la fuerza en el que consiguió reunir a 20 países miembros de la Agencia más Noruega que, a través de un Acuerdo Administrativo, participa de forma puntual en diferentes proyectos EDA. En él se identificaron 18 áreas tecnológicas relacionadas con 5 capacidades militares (Supervivencia colectiva, Protección individual, Análisis y fusión de datos, Sistemas de comunicación Táctica segura en entornos urbanos y Planificación y entrenamiento de misiones en entornos asimétricos). Todas ellas asociadas al concepto de protección a la fuerza tan crítico en las operaciones de la UE bajo el paraguas de la PCSD. A este proyecto lanzado en 2007 siguió otro relacionado con conceptos de innovación y tecnologías emergentes lanzado en 2008. Finalmente el Programa de Sistemas no tripulados para contra medidas contra minas en el mar y otras aplicaciones navales fue lanzado en 2009.

Para la selección de los JIP, principalmente los que se desarrollen en el futuro, las capacidades identificadas en el Plan de Desarrollo de Capacidades serán cruciales. Las cuatro prioridades que se encuentran en este momento en proceso de análisis para un futuro lanzamiento de estos proyectos denominados de Categoría A se enmarcan en las áreas de lucha QBRN (Química, Biológica, Radiológica y Nuclear), contra medidas contra sistemas portables de defensa aérea (Counter MANPADS: Man Portable Air Defence Systems), y contra medidas contra artefactos explosivos improvisados (Counter IED: Improvised Explosive Devices).

A diferencia de la cooperación en investigación y tecnología existente hasta la creación de la EDA, los JIPs se componen de un presupuesto común de aportación voluntaria cuya implantación la dirige un comité de programa formado por los países contribuyentes. Este modelo permite a los Estados Miem-

---

bro participantes maximizar sus contribuciones y sus retornos industriales y facilita las sinergias entre los diferentes proyectos dentro de un determinado programa. Igualmente estos proyectos, que permiten la participación de un mayor número de países promueven como criterio de selección la participación multinacional en consorcios de universidades, laboratorios, institutos de investigación y tecnología y pequeñas y medianas empresas. La participación en los proyectos de estos actores empresariales o institucionales está supeditada a la participación y contribución financiera de sus respectivos países. Esta regla facilita la participación transnacional y por tanto la formación de redes de contacto entre los adjudicatarios de los proyectos.

Otro modelo de colaboración en investigación y tecnología de la EDA lo constituyen los proyectos denominados de categoría B en los cuales un grupo de países, generalmente más limitado que los de Categoría A, del orden de 3 o 4, deciden poner en marcha un determinado proyecto, los cuales pueden dejar la puerta abierta, bajo determinadas condiciones, a la participación de otros u otros Estados Miembros de la Agencia. (Incluida Noruega por status especial). Estos proyectos pueden ser liderados en cuanto a su implementación bien por la EDA en nombre y representación de los países participantes, por cada uno de dichos participantes, en lo que respecta a los contratos que cubren el trabajo de las empresas o laboratorios de su propio país, o en otros casos tan solo constituyen intercambios de información sin contribuciones financieras involucradas. En términos medios los proyectos de categoría B se encuentran en los márgenes de 5/6 millones de Euros con una contribución financiera media de 1,5 millones por cada Estado Miembro participante teniendo en cuenta que la cofinanciación por parte de la industria, permitida en este tipo de proyectos se encuentra en el entorno al 30% de cada proyecto.

Desde que la EDA comenzó a recoger la información relativa a las inversiones en investigación y tecnología realizada por los Estados Miembros en el marco de la Agencia la inversión en investigación y tecnología a través de la misma, es decir tanto a través de los proyectos de Categoría A como los de Categoría B, así como los pequeños proyectos de I+T financiados con el presupuesto operativo de la EDA, el volumen total ha venido siendo objeto de un importante incremento. Para 2009 estos proyectos alcanzaron la cifra de 61,5 millones de Euros, lo cual comparado con las cifras de 2008 (37,2 millones) y 2007 (30,5 millones), confirman dicha tendencia positiva.

En cualquier caso las cifras siguen siendo todavía muy limitadas ya que continúan existiendo importantes reticencias a nivel europeo a compartir tecnologías de aplicación para la defensa con otros Miembros de la Unión, especialmente aquellas asociadas con capacidades que se consideran clave a nivel nacional y por tanto formando parte de la parte soberana que aún permanece en el marco legal de la UE.

---

## ■ LA INVESTIGACIÓN EUROPEA EN DEFENSA: BÚSQUEDA DE SINERGIAS

La estrategia de I+T en defensa lanzada por la UE a través de la EDA es el marco de referencia para la puesta en común de los esfuerzos en mejorar las capacidades tecnológicas e industriales europeas y por ende de sus capacidades militares. Pero además, en el escenario de las actuales carencias presupuestarias la Unión Europea intenta promover un nuevo tipo de cooperación en lo que respecta a la investigación y tecnología. Se trata de la cooperación a nivel institucional europeo. Es decir entre las dos instituciones que de alguna manera se relacionan con la investigación y la tecnología en la Unión: la Agencia Europea de Defensa en el campo de la investigación y la tecnología relacionada con la defensa, y la Comisión Europea a la vista de sus actividades en el campo de la investigación y la tecnología civil y de seguridad. En ese marco se incluye igualmente otra institución no exclusivamente de la UE pero con evidentes señas de identidad en el campo de la investigación y la alta tecnología en Europa como es la Agencia Europea del Espacio.

La Comisión Europea (EC) es la responsable de ejecutar la decisión del Consejo de implementar los denominados programas marco (actualmente con el séptimo de ellos en vigor). La propia Acción Común del Consejo por la que se creó la EDA ya recogía como una de sus funciones la de identificar áreas apropiadas de colaboración con la Comisión Europea en el campo de las actividades de investigación con objeto de cumplimentar los requerimientos futuros en materia de seguridad y defensa así como de fortalecer la base tecnológica e industrial de la defensa.

Esta misión reconoce la existencia de áreas de tecnología dual de aplicación tanto en el campo civil como en el militar así como la necesidad de establecer un marco adecuado para la coordinación de las distintas actividades.

La cooperación entre la Comisión Europea y la EDA varía en el contenido y en la forma y a la vez pretende tener en cuenta el trabajo llevado a cabo en otras instituciones como es la Agencia Europea del Espacio o Eurocontrol. El trabajo en común no es un objetivo «per se». La cooperación pretende construir las capacidades que cubran las necesidades tanto de defensa como las relacionadas con la seguridad civil. Allí donde las capacidades comunes convergen, donde los requisitos son similares, donde la duplicidad puede evitarse y donde la compatibilidad entre las tecnologías relacionadas con la defensa y la seguridad son clave, la Comisión y la EDA necesitan la sincronización de sus diferentes proyectos.

La EDA y la Comisión ya están llevando a cabo la búsqueda de sinergias en proyectos específicos como las radios definidas por software (Software Defi-

ned Radios) o la inserción de vehículos aéreos en espacios aéreos regulados, las tecnologías críticas de aplicaciones en el espacio o la vigilancia marítima.

Los ministros de Defensa de la EDA en su reunión del 18 de mayo de 2009, ya encomendaron a la Agencia la tarea de desarrollar de forma sistemática, propuestas concretas, conjuntamente con la Comisión y la Agencia Europea del Espacio, sobre la base de las respectivas experiencias en el marco de los JIPs de la EDA, de los programas marco de la Comisión y los proyectos multinacionales de la ESA. El objetivo era la sincronización de las actividades de investigación así como el de compartir resultados. Sin embargo debido a las diferencias institucionales entre los tres actores se desechó la financiación conjunta, permaneciendo también las responsabilidades de gestión de forma separada.

Los candidatos que se manejan en la actualidad son tres. En primer lugar, y de forma prioritaria en cuanto a su viabilidad, la lucha contra las amenazas química, biológica, radiológica y nuclear. La EDA haría su contribución a través del Programa de inversión conjunta (JIP) en CBRN. Los otros dos candidatos son los vehículos aéreos no tripulados para los cuales la EDA tiene en principio previsto contribuir a través de un programa de inversión conjunta (JIP) y el concepto «Situation Awareness» o conocimiento del entorno. La mayoría de los retos tecnológicos asociados a estos proyectos son aplicables tanto a la seguridad civil como a la defensa y la base tecnológica e industrial asociada a todos ellos se mueve desde el campo de los sensores hasta el de gestión de la información y el mando y control de todos los elementos en red.

Esta cooperación está previsto que comprenda investigación, tecnología y demostradores que vayan de desde el concepto de sistema de sistemas hasta las tecnologías de apoyo.

#### ■ **Nuevas fórmulas de mejora de capacidades militares.**

Los ministros de Defensa de la Unión Europea reunidos en Gante en septiembre de 2010 bajo la presidencia belga de la Unión, eligieron como tema central de sus discusiones para esa ocasión, «los retos en el desarrollo de capacidades militares ante la presente situación económica y en particular ante los severos recortes en los presupuestos de defensa de los países de la Unión Europea» lo que sin lugar a dudas afecta muy directamente a las inversiones en investigación y tecnología. El anuncio en octubre de 2010 del Reino Unido, de recortes en el presupuesto de defensa del 8% en términos reales durante los próximos cuatro años es un claro exponente de la situación en la que nos encontramos. Un anuncio importante en el contexto europeo ya que el Reino Unido, junto con Francia, representan casi el 50% de los gastos en defensa de los 26 Miembros de la Agencia Europea de Defensa y que como ya hemos indicado

---

anteriormente tan solo entre ellos dos abarcan el 78% de las inversiones en tecnologías de la defensa.

Los recursos financieros asignados a la defensa a nivel nacional durante los próximos años en Europa serán más reducidos que en años anteriores y eso tendrá un impacto en la DEFENSA con mayúsculas. Y digo con mayúsculas porque es necesario referirse a la palabra Defensa en su sentido más amplio. La situación afecta a las Fuerzas Armadas en tanto que supone serias limitaciones al desarrollo de sus Capacidades militares, y a la industria de defensa, altamente dependiente de las Políticas de Equipamiento para la Defensa de los Gobiernos, ya que en la mayoría de los casos son dichos Gobiernos los únicos clientes y a su vez reguladores de éste especial mercado. E incluso en algunos otros sus propietarios.

Además o, quizás como consecuencia de lo anterior, un importante número de países dentro de la Unión Europea se encuentran inmersos en un proceso de revisión estratégica de su propia Defensa, de sus propios Ejércitos y de sus propias Políticas de Equipamiento, lo que también está teniendo un importante impacto en las diferentes dimensiones del concepto Defensa. Vuelvo a referirme de nuevo al Reino Unido y a su reciente documento presentado al parlamento británico relativo a la revisión estratégica de la defensa y la seguridad cuyo título es elocuente: «La seguridad del Reino Unido en una era de incertidumbres»

La difícil situación actual conlleva multitud de retos a nivel nacional pero al mismo tiempo supone también multitud de oportunidades a nivel europeo.

En la reunión de Gante, la directora de la Agencia, la señora Ashton, subrayaba la necesidad, por una parte, de desarrollar unas estrategias cada vez más integradas a nivel europeo y por otra la de una mayor cooperación como forma de mantener un adecuado nivel de capacidades militares necesarias para hacer frente a la cada vez más demandada actuación de la Unión Europea en las crisis internacionales, lo que a su vez conlleva una mayor cooperación en el campo de la investigación y la tecnología.

El aspecto clave que precisamente se discutió en Gante fue el de «*Concentrar los esfuerzos en prioridades consensuadas por los países miembros de la Unión Europea a través de dos líneas principales de acción basadas en una mayor voluntad política*»:

- Por un lado más cooperación para hacer el gasto militar más efectivo. Cooperación que comienza en la identificación de la capacidad militar y continúa en propuestas concretas de inversiones conjuntas para proyectos de investigación de tecnologías relacionadas con la defensa.
-

- Por otro lado mejores y más coordinadas estrategias y políticas de adquisición de equipamiento para la defensa mediante la creación de un verdadero mercado europeo de equipos de defensa y el fortalecimiento de su base industrial.

En definitiva, mediante el diálogo continuo entre los Estados Miembros de la Unión Europea y otros importantes actores como la Comisión Europea o el Estado Mayor de la Unión Europea, se lanzó la idea de que, mediante un análisis de la realidad existente y de una forma pragmática, promover, a nivel europeo, la armonización de las necesidades operativas, el lanzamiento de proyectos multilaterales y en definitiva la mejora de la efectividad del gasto militar como se expone en el artículo 45 del Tratado de Lisboa en el que se recogen las tareas asignadas a la Agencia Europea de Defensa.

Ya hemos comentado antes que en el marco de la Agencia Europea de Defensa se trabaja también cuando un grupo limitado de países decide poner en marcha proyectos concretos. Esta geometría variable, que viene siendo una realidad en el marco de la EDA desde su creación en 2004, se encuentra ahora recogida en el artículo 42.6 del nuevo Tratado de la Unión Europea y en su protocolo número 10 bajo el concepto de la Cooperación Estructurada Permanente en Defensa, y cuyo posible desarrollo está todavía en discusión como lo han demostrado los seminarios organizados sobre el tema tanto por la primera presidencia de la Unión Europea tras la entrada en vigor del Tratado, es decir la española, como por la belga. La realidad ha demostrado que esta vía está ya en funcionamiento a la vista del acuerdo bilateral firmado entre el Reino Unido y Francia en aspectos relativos a la defensa. Es este, el de la cooperación bilateral o de un grupo limitado de países, un aspecto que habrá que seguir muy de cerca a la hora de mantener la base tecnológica e industrial española de la defensa en la cresta de la ola.

La iniciativa lanzada en Gante supone llevar a cabo un análisis a nivel europeo sobre las «intenciones» de cada uno de los países miembros respecto a las capacidades militares futuras con el fin de identificar áreas de cooperación. Para ello los países miembros deberían aportar información a este ejercicio en tres categorías:

- Aquellas capacidades militares que se quieren mantener a nivel nacional bien por razones de seguridad nacional, bien por razones relacionadas con capacidades industriales.
- Una segunda categoría sería aquellas capacidades militares que podrían ser grandes candidatas a la cooperación.
- Por último aquellas capacidades militares para las cuales los Estados Miembros estarían dispuestos a aceptar interdependencias.

Además, como parte de este ejercicio se pretenden analizar aquellas capacidades militares que van a ser afectadas en cada uno de los países europeos como

---



consecuencia de los recortes presupuestarios. El objetivo de este análisis es claro: identificar aquellas capacidades militares que, aun siendo necesarias, podrían potencialmente desaparecer de la lista europea por las restricciones presupuestarias. Sería necesario actuar de forma conjunta para asegurar que los recursos financieros en investigación y tecnología asociados a esas capacidades se mantienen a un adecuado nivel.

En definitiva la Unión Europea se está moviendo para identificar, a nivel europeo, aquellas capacidades militares que estamos dispuestos a compartir o en las que estamos dispuestos a cooperar para lo que cada uno de los Estados Miembros debe tomar conciencia de tres realidades incontestables. Primero las restricciones presupuestarias que obligan a los gobiernos a buscar ahorros en los procesos de adquisición. En segundo lugar las economías de escala asociadas al mantenimiento compartido de sistemas comunes y por último los beneficios en términos de interoperabilidad y armonización derivados de la puesta en común de los recursos para la adquisición de equipos para la defensa. La pregunta es simple ¿qué capacidades de defensa estamos dispuestos a compartir y por tanto qué tecnologías debemos desarrollar de forma conjunta?

Es cierto que por encima de todas esas realidades y preguntas permanecen importantes aspectos a los que ya he hecho mención. La soberanía nacional o la interdependencia se ponen en juego cuando hablamos de compartir capacidades militares pero no cabe duda de que si cada vez más las operaciones militares van a tener carácter expedicionario, multinacional y multidisciplinar, tenemos que hacer un esfuerzo para encontrar un aceptable equilibrio entre soberanía e interdependencia.

## ■ CONCLUSIONES

El futuro de las capacidades militares europeas pasa necesariamente por el fortalecimiento de la base tecnológica e industrial de la defensa, lo que implica a su vez el mantenimiento continuado de unos niveles razonables, y a la vez aceptables, de inversiones en tecnologías tanto las asociadas a la defensa como las denominadas tecnologías duales de aplicación tanto en el sector civil como en el de la defensa.

La Unión Europea ha puesto en marcha una serie de iniciativas conducentes, por un lado a mejorar la efectividad de la inversión en investigación y tecnología a través de la cooperación, y por otro a mejorar las sinergias entre las distintas instituciones involucradas en la investigación y la tecnología, sean de carácter civil o relacionado con la defensa.

Europa en su conjunto aboga en definitiva por la conjunción de esfuerzos y la cooperación como forma de hacer frente tanto a los retos que suponen las

---

constantemente cambiantes amenazas –y lo que ello representa en términos de Capacidades Militares– como a la presente situación crítica en términos presupuestarios de defensa y que afecta muy directamente a las inversiones en investigación y tecnología.

Esta visión, aún a costa de parecer lógica, paradójicamente, no siempre es bien entendida a nivel nacional. Es suficiente echar un vistazo a las medidas, en muchos casos, de carácter proteccionista, que se ponen en marcha por los Gobiernos en momentos de crisis económica. Es evidente que en el contexto de la defensa permanecen vivos elementos tan importantes como la soberanía nacional versus la soberanía compartida, intereses legítimos de seguridad nacional, la seguridad de suministro o simplemente intereses industriales o económicos. Pero también es cierto que hay que ser realistas y tratar de encontrar una salida a la situación de crisis actual a la cual, la fragmentación en los distintos aspectos de la defensa no ayuda en absoluto. Ningún país va a poder mantener en solitario un nivel aceptable de las capacidades militares requeridas hoy en día para hacer frente a las amenazas actuales y futuras, ni muchos menos los altos niveles de inversión en investigación y tecnología que eso conlleva.

El Tratado de Lisboa abre la posibilidad de la financiación de la investigación y la tecnología a través del presupuesto de la Unión. Sin embargo el debate sobre esta cuestión no acaba nada más que empezar. El desarrollo de las tecnologías de defensa está asociado en las capacidades militares y en la armonización de requisitos a través de especificaciones muy concretas y precisas íntimamente ligadas a los derechos de propiedad intelectual en beneficio de los Estados Miembros. Todo ello supone que, por el momento, esté excluida la transposición de la investigación en defensa, a través de programas de investigación, al séptimo Programa Marco de la Comisión ya que las reglas de gobernabilidad y los derechos de propiedad no se ajustan a las especificidades de defensa.

Pero también es cierto que el análisis de las necesidades cívico-militares enfocado a los aspectos operativos ayudará a identificar nuevas soluciones tecnológicas de amplia aplicación. Por ello es necesario hacer esfuerzos para identificar temas relevantes que apropiadamente dimensionados, puedan considerarse como parte integrante del futuro octavo Programa Marco de la Comisión Europea. Esto podría promocionar por ejemplo las tecnologías disruptivas tendentes a cubrir necesidades tanto civiles como militares en el contexto de la dualidad de los desarrollos tecnológicos. Por otra parte si el presupuesto de la Unión es utilizado para investigación y tecnología de defensa esto supondría una minoración de los presupuestos en I+T a nivel nacional lo que sin duda dejaría a los Estados Miembros en una posición difícil de aceptar ante la falta de competencias en ese campo.

Otro interesante tema que habría que abordar en el campo de las capacidades militares y por tanto en el de la investigación y tecnología de defensa sería el

---

de la especialización. ¿Aceptarían los países de la Unión Europea la interdependencia a través de la especialización? Es decir que se renunciara a determinadas capacidades militares a nivel nacional, incluidas las capacidades tecnológicas asociadas, en el entendimiento de que esas capacidades serían puestas a disposición de los otros Estados Miembros. ¿Cabría que ese análisis respecto a la especialización se realizara a nivel europeo o sería más razonable comenzar a nivel bilateral o regional? ¿Qué capacidades podrían ser consideradas menos sensibles para comenzar con ellas desde el punto de vista de especialización? Quizás para algunos esto suene a ciencia ficción pero no cabe duda de que son fórmulas innovadoras que no solo hay que tener en cuenta sino que empiezan a estar ya en las agendas de las reuniones ministeriales.

En el presente capítulo se ha pretendido exponer la visión, a nivel europeo, de los aspectos relacionados con la investigación y la tecnología en defensa. El primer punto a destacar de la actual situación es que cualquier aspecto relacionado con la inversión y la tecnología en defensa pasa por su absoluta conectividad con las capacidades militares. A nivel europeo, pero también a nivel nacional, esto significa absoluta conectividad con el Plan de Desarrollo de Capacidades lanzado por la Agencia Europea de Defensa. En segundo lugar hay que indicar que la UE tiene ya establecida una estrategia de Investigación y Tecnología de la defensa que además de definir los fines (básicamente la mejora y el incremento de la inversión en colaboración) tiene sus medios y sus modelos de participación así como un conjunto de tecnologías prioritarias sobre los que enfocar los presentes y futuros esfuerzos en I+T. Los Programas de Inversión Conjunta (JIPs,) o programas de Categoría A, los de Categoría B basados en la geometría variable y los pequeños proyectos financiados con el presupuesto operativo de la EDA son ya una realidad aunque todavía lejos de lo objetivos puestos como referencia por la ministros de Defensa europeos en 2005 bajo la presidencia británica de la Unión. Un 2% sobre los gastos en defensa dedicado a la investigación y la tecnología y un 20% como referencia en el marco de la colaboración multinacional.

En cualquiera de los casos, la participación en esos programas y proyectos por parte de los ministerios de defensa nacionales es crucial a la hora de facilitar la participación de las empresas e instituciones nacionales en los mismos. La no participación supone la exclusión en cuanto a la participación industrial así como la pérdida de visibilidad en desarrollos tecnológicos que pudieran derivar en su día en proyectos más concretos de demostradores y posteriores producciones en serie.

Es fundamental seguir de ahora en adelante la evolución del Marco de Cooperación Europea que pretende incrementar la eficiencia de los esfuerzos en investigación y tecnología de las distintas instituciones y organismos de carácter europeo involucrados en los mismos. En particular la cooperación entre

---

la EDA y la Comisión y la posibilidad de que la inversión en I+T de defensa pueda en su día realizarse en el marco del presupuesto de la Unión es un tema a seguir muy de cerca.

Un aspecto tangencial que también afectará a la forma en cómo se desarrolle el futuro de la investigación y la tecnología en Europa es el de la implementación de la normativa de adquisiciones de la Comisión Europea y la normativa de transferencias intra-comunitarias de bienes y servicios de defensa que entrará en vigor a partir del próximo mes de julio<sup>(4)</sup>. Estas Directivas junto con el seguimiento que de su aplicación va a hacer la Comisión Europea serán determinantes a la hora de configurar el futuro mercado europeo de defensa cuyo objetivo es que sea más transparente, más competitivo y en definitiva más integrado en el mercado interior de la Unión Europea. Estar atento a todas las evoluciones que se produzcan en este sentido desde Bruselas es una obligación tanto a nivel oficial de cada uno de los gobiernos como a nivel empresarial por lo que ello puede suponer de cara a sus estrategias y planes de inversión de futuro.

Europa en definitiva está haciendo frente a la necesidad de obtener y mantener las capacidades militares que son necesarias para lanzar las operaciones lanzadas bajo la PCSD. La mejora de la efectividad de los recursos existentes a través de una puesta en común de dichos recursos en el campo de la investigación y la tecnología es una clara prioridad y para ello ya hay en marcha una serie de iniciativas de carácter normativo, de modelos de cooperación multinacionales y programas de cohesión y armonización de los diferentes esfuerzos institucionales. Esto en épocas de escasez presupuestaria parece un esfuerzo cuanto menos razonable. La idea lanzada por Javier Solana en el marco de la primera conferencia anual cuyo enfoque se ciñó a la investigación y la tecnología: «Gastar más, gastar mejor y gastar más en colaboración» sigue siendo de plena actualidad si queremos mantener el nivel de ambición definido en la PCSD.

---

<sup>(4)</sup> Directiva 2009/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre coordinación de procedimientos de adjudicación de determinados contratos de obras, de suministro y de servicios por las entidades o poderes adjudicadores en los ámbitos de defensa y la seguridad y por la que se modifican las Directivas 2004/17/CE 2004/18/CE y Directiva 2009/43/EC del Parlamento Europeo y del Consejo sobre simplificación de los términos y condiciones de transferencias intra comunitarias de productos relacionados con la defensa.

## CAPÍTULO CUARTO

# BENEFICIOS DE LA COOPERACIÓN INDUSTRIAL. LOS PROGRAMAS DEL MINISTERIO DE DEFENSA ESPAÑOL Y SU FUTURO

*Manuel García Ruiz*

### RESUMEN

Desde hace más de 26 años las actuaciones del Ministerio de Defensa en materia de cooperación industrial asociada a la adquisición de productos y servicios de defensa constituyen un mecanismo primordial para hacer realidad su política tecnológica e industrial, que se materializa en el impulso, proyección y uso de tecnologías existentes, así como, en la obtención y, en consecuencia, mitigación de carencias de ciertas tecnologías.

El panorama antes expuesto ha dado como resultados más destacables los siguientes:

- Participación importante de las industrias españolas en programas internacionales de colaboración industrial.
- Materialización de acuerdos industriales estratégicos entre industrias españolas y extranjeras.
- Establecimiento y consolidación de empresas españolas como centros tecnológicos de excelencia en diferentes disciplinas industriales incluidas las de ILS de nuestros sistemas con elevado nivel de autonomía y autosuficiencia, con los consecuentes ahorros de su coste de ciclo de vida.
- Contribución a la consolidación de una base tecnológica e industrial europea en línea con las políticas de la UE y la EDA<sup>(1)</sup>.

### Palabras clave

**Cooperación industrial, innovación, tecnología, industria española, ILS, EDA, Unión Europea, Ministerio de Defensa**

---

<sup>(1)</sup> EDA: Agencia Europea de Defensa (EDA: European Defence Agency, en sus siglas en inglés).

*Manuel García Ruiz*

**ABSTRACT**

For over 26 years, the Ministry of Defence's actions in the field of industrial cooperation related to procurement of defence products and services has been an essential mechanism for implementing its technology and industrial policy; this has resulted in the boosting, projection and use of existing technologies, and in obtaining other technologies to offset gaps in capabilities.

The main results of this have been:

- Significant participation of Spanish industry in international industrial collaboration programmes.
- Strategic industrial agreements between Spanish and foreign industry.
- The establishment and consolidation of Spanish companies as centres of technological excellence in a range of industrial activities, including ILS for our systems with high levels of autonomy and self-sufficiency, with the resulting savings in lifecycle costs.
- It has contributed to the consolidation of a European industrial and technological base in line with the policies of the European Defence Agency and the European Union.

**Key words**

**industrial cooperation, innovation, technology, Spanish industry, ILS, EDA, European Union, Ministry of Defence**

## ■ INTRODUCCIÓN

La historia de la tecnología y su historia dio comienzo con el Homo Sapiens con los utensilios y artes más rudimentarios desarrollados por éste, y se ha mantenido en continuo progreso hasta el momento actual.... y así continuará.

Tecnología, según el Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española, es el conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial. También la define como el lenguaje propio de una ciencia o arte o como el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

Desde mi punto de vista quizá la definición que más se adapta al entorno habitual de la industria es la última de ellas pues es la que cubre el mayor espectro de actividades industriales y, consecuentemente, de sectores y productos tecnológicos e industriales. Como afirma Donald Cardwell en su «Historia de la Tecnología», la documentación de la humanidad en la tierra comienza con las primeras pruebas arqueológicas de técnica humana. La historia de la técnica es, por tanto, la más fundamental y global de todas.

En definitiva, tecnología puede considerarse como los medios materiales y organizativos que permiten la aplicación de los resultados de las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación, estas últimas puestas generalmente en marcha para buscar soluciones a problemas concretos o buscando la optimización en tiempo y coste de la aplicación de procesos industriales de determinada complejidad.

Por lo tanto, la tecnología ha estado fuertemente vinculada a la ciencia habiéndose beneficiado la una de la otra de forma recíproca.

Aunque la Revolución Científica tiene lugar en el siglo XVII, con representantes tan notables como Descartes y Newton, en nuestro país, según expertos historiadores, nuestra era tecnológica reciente dio comienzo a finales del siglo XVIII durante el reinado de Carlos III y como consecuencia del calado de las ideas de la Ilustración provenientes de Europa.

Hasta la actualidad esta era tecnológica ha pasado por toda clase de avatares dada su alta sensibilidad a las situaciones sociales y económicas de nivel mundial. La tecnología puede considerarse como un indicador del estadio en el que se encuentra la sociedad de los países debido a la influencia que tiene la evolución tecnológica sobre los cambios sociales en estos.

Puede considerarse para nuestro país, que la época de mayor crecimiento en el campo tecnológico es la que se inicia en la segunda mitad de los años 60 del pasado siglo, alcanzándose unas altas cotas a finales del mismo, que se man-

---

tienen en régimen creciente hasta que da comienzo la actual crisis económica mundial. España en la actualidad cuenta con una base tecnológica e industrial multidisciplinar de alto nivel, como fruto y resultado de la implantación y desarrollo de políticas de I + D + i por parte de nuestra Administración.

## ■ POLÍTICA DE COOPERACIÓN INDUSTRIAL DEL MINISTERIO DE DEFENSA

Partiendo de la base de lo expuesto anteriormente, lo que se va a tratar a partir de aquí es de la Política de Cooperación Industrial desarrollada de forma sistemática desde hace 26 años por nuestro Ministerio de Defensa, en relación con los programas de adquisición de productos y servicios de defensa para nuestras Fuerzas Armadas.

Esta política, en primera instancia, dimana de la Directiva de Defensa Nacional dentro del Ciclo de Planeamiento de la Defensa y, basándose en el Planeamiento Operativo y de Fuerza del EMAD, establece las líneas maestras del Planeamiento de Recursos de la SEDEF y que, en particular, en lo relativo a I + D + i se concreta en el Plan Director de Armamento y Material (PDAM).

En lo que respecta a la Política de Adquisiciones del Ministerio de Defensa, ésta se dirige hacia la consecución de importantes retornos a la inversión en cantidad y calidad, relativos a mejoras e impulsos tecnológicos e industriales contribuyendo de esta manera al desarrollo de un tejido industrial de defensa que cumpla con el binomio coste-eficacia, es decir que sea competitivo en precio, plazo y calidad lo que le proveerá, adicionalmente, de oportunidades para participar en programas de colaboración industrial internacional.

La política de desarrollo tecnológico en nuestro país debe estar enfocada a alcanzar las siguientes metas:

- Mejorar la competitividad empresarial
- Fomentar el conocimiento
- Incrementar el bienestar social

En lo que a la primera de la metas mencionadas, esta llevará asociada en consecuencia un aumento de la capacidad de I+D+i en nuestras industrias, que las hagan más atractivas para inversiones de dichos campos.

El resultado final de todo lo anterior es establecer una tendencia firme hacia una economía estable y sostenible que contribuya a un adecuado nivel de bienestar social, que se fundamenta en un sólido tejido industrial y tecnológico integrado por un nutrido número de empresas.

---



En línea con lo expuesto, la Política de Adquisiciones del Ministerio de Defensa, en lo que atañe a los retornos a la inversión antes citados, y muy en particular a las adquisiciones de bienes y servicios de proveedores extranjeros, se enfoca hacia la materialización en nuestro tejido industrial de actividades económicas, industriales y tecnológicas, cuya generación son fruto de los compromisos de los distintos suministradores extranjeros con nuestro Ministerio de Defensa de desarrollar tal Cooperación Industrial con nuestro tejido empresarial, como condición previa a la formalización de los contratos de adquisición correspondientes.

Los mencionados compromisos están amparados por un documento de carácter contractual llamado acuerdo de Cooperación Industrial (ACI) que es específico para cada adquisición y está suscrito por el suministrador extranjero correspondiente con el Ministerio de Defensa.

Los citados Acuerdos tienen asociado un Plan de Cumplimiento negociado con el suministrador extranjero en el que se relacionan y detallan las actividades mediante las cuales tal suministrador cumplirá con sus compromisos de generar retornos durante el periodo de vigencia de los mismos.

Esta práctica, que de una forma u otra tiene lugar en todos los países del mundo y que está ligada directamente al proceso de contratación, hace que el país comprador, además de resarcirse de la totalidad o de parte de las inversiones necesarias para las adquisiciones, disponga de un elemento de justificación de las compras de sistemas de defensa frente a los contribuyentes y opinión pública por los beneficios de toda índole que de éstas se derivan en el ámbito nacional. Tales beneficios son mayores cuanto mejor es la base tecnológica e industrial del país comprador, por el efecto potenciador que produce la Cooperación Industrial.

En España la Cooperación Industrial asociada a la adquisición de productos y servicios de Defensa es competencia de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa, tal y como lo establece el Real Decreto 1287/2010 en su artículo 4.2.c. Está amparada por la Instrucción 375/2000 del Secretario de Defensa.

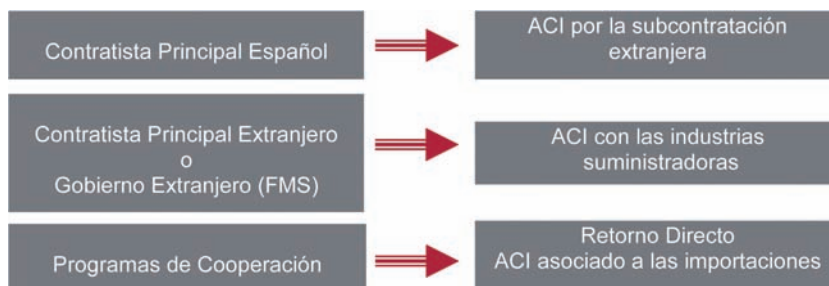
Esta práctica está externalizada en la Dirección de Apoyo al Desarrollo Industrial de Isdefe que, bajo mandato e instrucciones de la DGAM, lleva a cabo la negociación, seguimiento y control de los Acuerdos de Cooperación Industrial (ACI) con suministradores extranjeros y asociados a los contratos de aprovisionamiento que suscriben con el Ministerio de Defensa.

Con todas y cada una de las empresas extranjeras que participan en un proceso de adquisición, se negocia el correspondiente ACI asociado a su participación.

---

Esta práctica anterior se aplica también a los subcontratos que un contratista principal español deberá establecer con una serie de suministradores extranjeros para poder completar el suministro exigido por su contrato con el Ministerio de Defensa.

También se aplica esta política a los suministradores extranjeros de las adquisiciones que nuestro Ministerio de Defensa lleva a cabo a través de la modalidad de convenios «Gobierno a Gobierno» como es el sistema FMS (Foreign Military Sales) desarrollado por los EEUU.



Los objetivos perseguidos con esta política de Cooperación Industrial asociada a las adquisiciones de defensa son fundamentalmente tres:

- 1) Fortalecer y consolidar sectores industriales y tecnológicos de carácter estratégico para la defensa.
- 2) Alcanzar un adecuado grado de autonomía y autosuficiencia en el desarrollo de actividades del Apoyo Logístico Integrado de los sistemas de defensa adquiridos durante su ciclo de vida.
- 3) Establecer las bases que permitan a nuestra industria el acceso a mercados internacionales de defensa.

### ■ FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE SECTORES INDUSTRIALES Y TECNOLÓGICOS DE CARÁCTER ESTRATÉGICO PARA LA DEFENSA

Se consigue incluyendo en los Planes de Cumplimiento de los ACI comprometidos por parte del suministrador extranjero de hacer partícipe a la industria española en el suministro objeto del contrato, para lo que se precisa que el suministrador extranjero genere o complemente en nuestra industria la capacidad para llevarlo a cabo.

Lo anterior puede lograrse mediante programas específicos de entrenamiento y formación, programas de asistencia técnica tanto «in situ», como desde sus

instalaciones enfocadas al fin que se persigue, así como a través de la cesión de conocimiento (procedimientos, estándares, planos, diagramas, paquetes informáticos, etc) tanto de índole general, como de carácter particular y específico de lo que se quiere producir en nuestras industrias.

Además los procesos productivos una vez implantados, es decir una vez que los procesos de transferencia e industrialización han culminado, deberán ser calificados, homologados y certificados por el fabricante original. En definitiva se deberá desarrollar todo un adecuado plan de Transferencia de Tecnología y Conocimiento a la industria española participante en el suministro.

Sobre esta actuación pueden darse multitud de ejemplos de empresas españolas que, además de participar en los suministros a realizar a nuestras Fuerzas Armadas, se han convertido en fuentes de suministro preferenciales para los suministradores extranjeros que en su momento las calificaron y homologaron. Valga mencionar la coproducción de componentes estructurales aeronáuticos para el avión F-18 desarrollada por CASA (en la actualidad EADS) tras su capacitación por Mc Donnell Douglas (en la actualidad Boeing) o la producción de componentes de antenas, bajo licencia de Lockheed Martin, por parte de la empresa española RYMSA.

Las actividades de Transferencia de Tecnología no siempre han estado asociadas a programas de producción o participación de industrias españolas en los contratos de suministro de suministradores extranjeros. Ha habido casos que, comandados por la necesidad de cubrir determinadas carencias tecnológicas, han obligado a negociar con los contratistas extranjeros desarrollos de programas de transferencia de conocimiento en campos concretos que no han tenido una aplicación inmediata y/o concreta a un programa de producción o suministro, pero que han sentado las bases para futuros desarrollos de productos de defensa altamente competitivos.

Lo que quiere significarse con lo anterior es que los ACI derivados de la política de adquisiciones del Ministerio de Defensa constituyen un mecanismo de adecuación y absorción tecnológica, refrendando el carácter de motor tecnológico e industrial de dicho Organismo.

Esta práctica faculta a que se pueda impulsar la presencia de nuestra industria tanto para jugar el papel de Contratista Principal en las propias adquisiciones del Ministerio de Defensa, como para obtener una adecuada cuota de participación en programas internacionales de colaboración industrial garantizando su presencia en estos programas como miembros de pleno derecho (co-contratista).

Los efectos positivos de tal política han sido reconocidos por nuestra industria en varias publicaciones. Valga citar lo que se expresa en la publicación de la

---

que fue la empresa CASA, «Los primeros 75 años 1923-1998» escrita por D. José María Román Arroyo, como objetivo perseguido por dicha compañía de «poner a CASA en los primeros lugares dentro de la tecnología punta en la fabricación de estructuras de aviones de combate».

Los aportes tecnológicos recibidos por nuestras industrias por mediación del mecanismo de los ACI han hecho posible cuotas de participación en cantidad y calidad en programas tales como el Eurofighter, A400M, helicóptero de combate Tigre, misil Meteor, etc, tal y como ha sido reconocido por múltiples empresas españolas.

En un buen número de programas internacionales de colaboración industrial nuestras industrias participan muy intensamente, ostentando en muchos casos el carácter de autoridades de diseño y desarrollo, así como la de producción y fabricación de importantes conjuntos y/o subsistemas de los sistemas objeto de tales programas internacionales.

## ■ **OBTENCIÓN DE AUTOSUFICIENCIA EN EL APOYO LOGÍSTICO INTEGRADO DE LOS SISTEMAS DE DEFENSA ADQUIRIDOS**

Esta capacidad que en una buena parte es consecuencia de lo expuesto en el punto anterior, especialmente por fomentar la mayor participación posible de nuestras industrias en los suministros de contratos con industrias extranjeras, se ve también potenciada por incorporar dentro de los planes de Cumplimiento de los ACI programas de formación y capacitación para nuestras industrias y organismos en las técnicas de mantenimiento y Apoyo Logístico Integrado aplicables durante el ciclo de vida de los sistemas de defensa que se adquieren. De esta manera se fomenta la creación de Centros de Mantenimiento y Servicio homologados por los fabricantes extranjeros originales, que puedan contar además con la capacidad de modernización y actualización de los sistemas adquiridos.

Lo anterior es fruto de establecer compromisos con los suministradores extranjeros, cuando se negocian sus ACI y, en particular, los Planes de Cumplimiento asociados, que incluyan la entrega y transferencia de documentación y conocimiento/tecnología del sistema de defensa que se adquiere relativo a áreas tales como:

- Ingeniería del sistema y de sus principales áreas funcionales y operativas en lo que se refiere a hardware y software.
  - Ingeniería del Apoyo Logístico Integrado en sus aspectos de Fiabilidad, Mantenibilidad, Reparación por accidentes, etc.
  - Ingeniería de la envolvente de operación del sistema en diferentes condiciones medioambientales.
-

- Información relativa a utillaje específico para mantenimiento y apoyo, con especial énfasis en los requisitos de pruebas de los subsistemas electrónicos.
- Modos de fallos y análisis.
- Tolerancia al daño.
- Etc.

El conocimiento adecuado de las disciplinas anteriores permite acometer el mantenimiento y apoyo logístico de los sistemas adquiridos con un alto grado de autonomía. Permite además, en el caso de plataformas de cualquier naturaleza, llevar a cabo la integración de armamento sin ayuda foránea. Esta capacidad es de gran importancia muy particularmente en el caso de sistemas de armas basados en plataformas aéreas.

Quizás la sinergia más relevante procedente de tal conocimiento es la que se materializará en la potestad de modernizar y actualizar nuestros sistemas de armas sin soporte y asistencia de sus fabricantes originales.

Un ejemplo destacable es el del avión EF-18 cuya Actualización de Media Vida (MLU) se ha llevado a cabo de forma totalmente autónoma por parte de la industria española y el Ejército del Aire. Nuestra nación es la única de las usuarias de dicho sistema de armas, exceptuando Estados Unidos, que ha podido hacerla de tal manera.

Las capacidades residentes en España son además proyectables a Fuerzas Armadas de otros países aliados que o bien no cuentan con ellas o por el hecho de encontrarse desplegadas en territorios lejanos de sus países les puede resultar más rentable usar nuestras capacidades.

En varias ocasiones, España ha sido base de apoyo logístico y mantenimiento para algunas Fuerzas Armadas desplegadas en el sur de Europa o en el escenario mediterráneo.

Como ejemplos pueden citarse que en instalaciones españolas se han dado servicios de mantenimiento a más de 1800 aviones Phantom F-4 y otros modelos de aviones de la USAF y que a finales de los 80 se firmó una BOA (Basic Order Agreement) para mantenimiento y reparación de aeronaves de la US Navy desplegadas en el Mediterráneo.

## ■ ACCESOS A MERCADOS INTERNACIONALES DE DEFENSA

Las realidades expuestas en los dos puntos anteriores demuestran que asociada a la Política de Cooperación Industrial de Defensa han estado siempre actividades de exportación, entre otras circunstancias, por la de que nuestras industrias han

---

coproducido, además de para nuestros sistemas de armas, también para otros vendidos por el suministrador extranjero a otros países, a fin de poder capturar en una serie de producción lo suficientemente amplia los adecuados umbrales de competitividad (costo-eficacia), así como también por la ventaja de haber materializado capacidades que son proyectables fuera de nuestro territorio.

La capacitación y adecuación tecnológica adquirida por nuestro tejido industrial le ha permitido participar en forma significativa en Programas Internacionales de Colaboración Industrial como antes se ha indicado y le ha revestido de un prestigio internacional que la hacen un socio apetecible y fiable para futuros programas de desarrollo y producción en el campo internacional.

Como colofón a este apartado puede decirse que, como consecuencia de la Política de Cooperación Industrial de nuestro Ministerio de Defensa, se han establecido vínculos y relaciones comerciales de larga duración entre nuestras empresas y los suministradores extranjeros, en base a la adecuación e impulsos inducidos sobre los niveles de competitividad, capacitación tecnológica, calidad y producción.

El buen hacer y los buenos y fiables productos de defensa españoles han capturado huecos de mercado, en el pasado inaccesibles, y en competencia con industrias extranjeras de gran relevancia y elevado prestigio.

## ■ VALORACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Como ya se ha dicho antes, la Política de Cooperación Industrial del Ministerio de Defensa asociada a los programas de adquisición de bienes y servicios en el extranjero constituye uno de los principales vehículos de adecuación tecnológica e industrial de nuestra nación.

Los efectos son tanto más eficaces cuanto mejor se conocen las capacidades reales de nuestro tejido industrial de defensa, sus tendencias tecnológicas moduladas por la demanda de bienes y servicios de defensa del mercado nacional e internacional y de los planes y programas de I + D + i + T, tanto en el plano nacional como en el de la Unión Europea, pues con todo ello la negociación de cesiones tecnológicas con los suministradores extranjeros es mucho más selectiva y enfocada a la consecución de nuevas tecnologías o a la mejora y potenciación de las existentes. Adicionalmente, el acceso a determinadas áreas tecnológicas solo se consigue a través de este mecanismo, pues es el único mediante el cual los suministradores extranjeros y sus gobiernos aceptan realizarlo.

Mediante los Acuerdos de Cooperación Industrial asociados a los contratos de adquisición de defensa se consiguen capacitaciones tecnológicas, en la mayor

---

parte de los casos sin coste alguno para la parte española que recibe la tecnología y cuando no es así, a un precio reducido o inferior al de mercado.

En definitiva con el mecanismo de cooperación industrial se ahorran tiempo y dinero en la obtención de ciertas tecnologías por lo que uno de los parámetros a considerar a la hora de valorarlas son tales ahorros.

Otro parámetro a tener en cuenta en la valoración es el potencial que otorga para conseguir mejoras en los procesos productivos o establecerlos desde el principio y consecuentemente el potencial de acceso a futuros mercados que se presenta para el receptor de la tecnología.

También por la vocación y tendencia de mejora tecnológica continua creada en las empresas receptoras para poderse mantener en la cresta de la oferta industrial ante nuevos contextos de demanda.

Además, de todos los parámetros anteriores (ahorros, acceso a mercados, nuevos mercados, etc) la valoración, debe hacerse teniendo en cuenta el esfuerzo para la parte cedente habida cuenta de los mecanismos de transferencia, tanto de conocimiento como de industrialización que tiene que articular y que han sido anteriormente mencionados:

- Programas de entrenamiento y formación estándares y específicos.
- Asistencias Técnicas tanto durante la transferencia de tecnología como durante los procesos productivos derivados de su aplicación.
- Cesión de Documentación Técnica de amplio espectro y en gran diversidad de tipos de soporte y actualizaciones.
- Programas de Homologación, Calificación y Certificación.
- Cesión gratuita de utillaje.
- Etc.

y siempre gratuitamente o a precio reducido para el receptor.

## ■ ASPECTOS CUANTITATIVOS

El valor en términos de Cooperación Industrial de las actividades de transferencia de tecnología recibida por las industrias y organismos españoles en el periodo comprendido entre mayo de 1984 y diciembre de 2010 asciende a un total de 3.833 millones de euros y han sido como consecuencia de la gestión de 418 acuerdos de Cooperación Industrial, de los cuales 282 han finalizado y otros 136 están en vigor y en seguimiento.

Estas tecnologías en buena medida han dado lugar a pedidos en firme a nuestras industrias cuyo valor sobrepasa los 6800 millones de euros.

---

## ■ ASPECTOS CUALITATIVOS

Los retornos tecnológicos generados por los acuerdos de Cooperación Industrial en el periodo antes indicado han permitido a nuestras industrias el acceso a cerca de 70 áreas tecnológicas de los siguientes campos:

- Aeronáutico.
- Electrónico.
- Naval.
- Sistemas de Defensa.
- Explosivos, Municionamiento y Misiles.
- Control y Aseguramiento de Calidad.
- De Aplicación General.
- Civil o no relacionado con defensa.

Una reseña de las principales áreas tecnológicas puede encontrarse en el anexo I.

Hay que aclarar que del examen del citado anexo puede pensarse que muchas de las tecnologías son de sobra conocidas. Eso es cierto en la actualidad, en el pasado o no lo era o no era tan clara su aplicación. Lo único que se pretende es mostrar el carácter evolutivo y tractor tecnológico de nuestro Ministerio de Defensa.

También como se ha apuntado en líneas anteriores, gracias a la Cooperación Industrial, se han establecido algo más de 60 Centros Autorizados de Mantenimiento y Servicio para una buena parte de nuestros sistemas de armas y/o sus principales subsistemas, de los que un relevante número de tales centros poseen la capacidad de modernización, actualización y reparación de daños por combate o accidente.

En el anexo II se da una relación de tales centros.

## ■ LINEAS DE ACTUACIÓN FUTURAS

Partiendo del hecho demostrable que la política de Cooperación Industrial seguida por el Ministerio de Defensa desde hace casi 27 años ha estado dentro de los umbrales que en la actualidad establece el Código de Conducta de la Agencia Europea de Defensa, las líneas de actuación que van a seguir son las siguientes:

- Desarrollar la participación de las PYMES para consolidar sus capacidades tecnológicas e industriales y fomentar la absorción de nuevos activos tecnológicos, en línea con las políticas de la Agencia Europa de Defensa relativas
-



al Mercado Europeo de Defensa y a la Base Industrial y Tecnológica Europea de Defensa (EDTIB).

- Establecer prioridades de adecuación tecnológica e industrial en línea con el planeamiento de necesidades nacionales y europeas de defensa de futuro.
- Potenciar iniciativas armonizadas con la estrategia industrial global española, de manera que la oferta industrial española de productos y servicios de defensa esté modulada por la demanda de nuestras Fuerzas Armadas.
- Para programas internacionales de colaboración industrial garantizar una participación adecuada de nuestra industria en actividades de diseño, desarrollo, producción y apoyo logístico integrado, es decir en el ciclo de vida completo de los nuevos sistemas a desarrollar y producir.

## ■ RESULTADOS CUALITATIVOS

La experiencia española debida a los acuerdos de Cooperación Industrial ha sido muy positiva y con resultados tangibles reseñables como los siguientes:

- Participación importante en programas internacionales de colaboración industrial:

Eurofighter	Helicóptero Tigre
A400M	Taurus
Harrier II+	Meteor
Helicóptero NH90	Iris-T

- Establecimiento de acuerdos industriales de larga duración entre industrias españolas y suministradores extranjeros entre los que cabe citar a:

Lockheed Martin	Raytheon	Rheinmetall	MBDA
General Dynamics	Thales	Rafael	BAE Systems
General Electric	KMW	Northrop Grumann	Etc.

- Consolidación de Centros de Excelencia españoles con carácter de autoridad de diseño y de producción en áreas tales como:

- Materiales avanzados.
- Simulación táctica y operativa.
- Sistemas automáticos de pruebas y diagnosis.
- Optoelectrónica.
- Sistemas de Guerra Electrónica.
- Sistemas de Identificación A/E.
- Sistemas de guiado de misiles.
- Mecanizado alta precisión y alta velocidad.

- Sistemas de Combate navales.
- Aeroestructuras.

Desarrollo de un elevado nivel de autonomía y autosuficiencia en el ILS de nuestros sistemas de armas durante su ciclo de vida operativo. Como ejemplos pueden citarse:

- Actualización de media vida (MLU) del F18.
- Simuladores y Bancos Automáticos de pruebas para los más importantes sistemas.
- Ingeniería de sistemas y gestión de configuración de HW y SW.
- Etc.

Además se ha conseguido la implantación en España de importantes industrias transnacionales como Eurocopter, en el sector de helicópteros, General Dynamics en el de blindados, Raytheon en el campo de misiles y electrónica, etc. Todos ellos con un elevado grado de capacidad de ingeniería propia aplicable a futuros programas y con capacidades de fabricación de productos finales con posibilidades de exportación a terceros países.

- La Cooperación Industrial se considera un instrumento primordial de la política tecnológica e industrial del Ministerio de Defensa.
- Permite la consolidación y potenciación de las capacidades tecnológicas e industriales existentes y promueve la participación en programas de I + D + i tecnológicos con un reducido impacto económico.
- Genera importantes ahorros para las Fuerzas Armadas al promover la autosuficiencia durante el ciclo de vida de los sistemas y al optimizar el alcance de los contratos de adquisición.
- Contribuye a la consolidación de una base tecnológica e industrial europea en línea con las políticas de la Agencia Europea de Defensa y la Unión Europea.
- Aporta recursos económicos y activos tecnológicos adicionales al tejido industrial de defensa.
- Asegura la participación adecuada de nuestras industrias en programas internacionales de desarrollo y producción.
- Garantiza el suministro de sistemas y la autonomía en apoyo logístico integrado durante el ciclo de vida de nuestros sistemas de armas.

## ANEXO I

### PRINCIPALES ÁREAS TECNOLÓGICAS OBTENIDAS A TRAVÉS DE LOS ACUERDOS DE COOPERACIÓN INDUSTRIAL

#### AERONÁUTICAS Y AEROESPACIALES

- Fresado Químico de Piezas de Titanio
- Conformado Superplástico
- Repulsado
- Aportes Superficiales con Vapores de Iones
- Materiales Compuestos y «Filament Winding»
- Pulverización con Plasma
- Mecanización por Control Numérico en Máquinas de Cinco Ejes
- Sistemas Avanzados CAD/CAM
- Tolerancia al Daño y Fatiga
- Modos y Análisis de Fallos.
- Aerodinámica, Ingeniería e integración de sistemas de Helicópteros
- Aeroelasticidad («Flutter»)
- Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados (UASs)
- Doctrina en la Operación y Mantenimiento de UASs.
- Soldadura por Haz de Electrones.
- Cálculo e Integración de Trayectorias Espaciales
- Equipos de apoyo en tierra.

#### ELECTRÓNICA

- Sistemas Operativos y Lenguajes Informáticos Avanzados.
- Sistemas Expertos.
- Simulación Táctica y Operacional.
- Sistemas Automáticos de Prueba y Diagnóstico.
- Integración de Sistemas.
- Producción de Sistemas Electrónicos Avanzados (Microelectrónica, Circuitos Híbridos, Microprocesadores, etc).

#### NAVALES

- Simulación de Sistemas de Defensa Aérea Embarcados
  - Propulsión Naval (convencional y eléctrica)
  - Sistema de propulsión anaeróbica (AIP)
  - Motores de combustión interna para propulsión y generación eléctrica
  - Acústica Submarina
  - Simulación de Fondos Submarinos
  - Comunicaciones Navales
  - Integración de Armamento
  - Sistemas IFF
-

- Lanzadores Verticales de Misiles
- Ingeniería de Sistemas
- Sistemas de Combate
- Sistemas de Armas
- Sistemas de ayuda al apontaje
- Diseño de consolas de mando y control
- Sistemas oprónicos
- Sistemas de lanzamiento de misiles/torpedos
- Sistemas auxiliares hidráulicos

### **SISTEMAS DE DEFENSA**

- Sistemas de Control de Lanzamiento de Misiles.
- Sistemas de Control de Tiro.
- Sistemas de Estabilización y Accionamiento de Arma.
- Sistemas de Torre embarcados en plataformas.
- Sistemas de Dirección de Combate Naval.
- Sistemas de Baterías Antiaéreas.
- Diseño de Consolas de Mando y Control.
- Radars Tridimensionales.
- Sistemas Radiantes en Banda S.
- Optrónica
- Guerra Electrónica
- Sistemas C3 I de Redes Tácticas.
- Sistemas de Comunicaciones Tácticas Militares.
- Datalink.
- Sistemas de identificación IFF y Guerra Electrónica.
- Algoritmos de detección automática de blancos.
- Simulación.
- Radars de apertura sintética
- Antenas y traspondedores para satélites

### **EXPLOSIVOS, MUNICIONAMIENTO Y MISILES**

- Bombas Guiadas por Láser/GPS.
  - Sistemas de Guiado, actuación y de enfriamiento
  - Electrónica y mecanizado de misiles.
  - Aerodinámica de Misiles.
  - Espoletas de Proximidad.
  - Cabezas de Guerra.
  - Munición insensible
  - Motores Cohete.
  - Visores.
  - Lanzadores y Puestos de tiro.
  - Diseño y fabricación de contenedores metálicos y de composite.
  - Integración de misiles en plataformas aéreas.
-

**CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE DE CALIDAD**

- Recepción de Materia Prima de Producción (Rheometría, Cromatografía de Sólidos y Líquidos, Análisis Espectrométricos, etc.).
- Ensayos No Destructivos Controlados por Ordenador (Sistema Automático de Detección de Defectos Internos por Ultrasonidos e Inspecciones Radiográficas Estáticas y Dinámicas).
- Emulación de Condiciones Ambientales Rigurosas (Mesas de Vibración, Cámaras Climáticas y Ambientales, etc.).
- Control de Calidad de Software.
- Resolución Automatizada de Resultados.

**DE APLICACIÓN GENERAL**

- Simulación
- Procesos Productivos Avanzados.
- Gestión de Proyectos.
- Gestión de Calidad.
- Análisis y Gestión de Apoyo Logístico Integrado
- Control de Configuración.
- Fiabilidad y Mantenibilidad.
- Lenguajes Informáticos Avanzados.
- CAE, CAD, CAM, CALS
- Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.
- Gestión de Programas Militares.

**CIVIL O NO RELACIONADO CON DEFENSA**

- Dirección y Gestión de Grandes Instalaciones Hospitalarias.
- Biotecnología Aplicada.
- Farmacología Avanzada.
- Procesos Especiales de Combustión.
- Procesos Especiales de Tratamientos Químicos para Metales.
- Producción de Pantallas de Visualización de Cristal Líquido.
- Manipulación y Almacenaje de Residuos Radiactivos.

## ANEXO II

## CENTROS DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO

EMPRESA	PROGRAMA	EQUIPOS DE ELECTRÓNICA, COMUNICACIONES Y AVIÓNICA
ET/EA/ARMADA	EF-18 / HARRIER / TIGRE / NH-90	Sistema Automático de Mantenimiento AME: Detección de fallos y carga de software.
EA/ET	SUPERPUMA/COUGAR	Sistema Automático de Mantenimiento MASH
AMPER PROGRAMAS	COUGAR	Helicópteros Superpuma y Cougar / Eurocopter
CLOTRA (EA)	COMUNICACIONES HF (HARRIS)	Mantenimiento Equipos HF (HARRIS)
INDRA	MLU EF-18	Grabador Digital de Datos (CARE) / SAAB
INDRA	MLU EF-18	Ordenador de Misión (TPAC) / GD-UK
INDRA	RADARES RAC 3D	Mantenimiento Radares 3D /TRS
INDRA	RADAR ARTHUR	Mantenimiento Radar Arthur
AMPER PROGRAMAS	RBA	Sistema de Conmutación / Thomson
AMPER PROGRAMAS	RBA	Radioenlaces / Tadiran
AMPER PROGRAMAS	RBA	Terminales Ópticos de Línea / Marconi
AMPER PROGRAMAS	RBA	Sistemas Cripto / Marconi
AMPER PROGRAMAS	RBA	Terminales de Abonado / Tadiran
AMPER PROGRAMAS	MODERNIZACIÓN F-1	Radiocomunicaciones Avión Mirage-F-1.
INDRA	NEPTUNEL	Sistema Neptunel / Electrónica
SAES	MODERNIZACIÓN P-3B	Receptor de Sonoboyas /Flightline
INDRA	MODERNIZACIÓN P-3B	Radar Búsqueda Marítima / ELTA
AMPER PROGRAMAS	PR4G	Mantenimiento Radio Táctica PR4G instaladas en distintas plataformas / Thales
AMPER PROGRAMAS	INTERCOMUNICADORES	Mantenimiento de los intercomunicadores instalados en plataformas / Cobham
AMPER PROGRAMAS	RADIOTELÉFONO LIGERO	Mantenimiento Teléfono Ligero / Elbit
TECNOBIT	DESIGNADOR LASER + FLIR	Mantenimiento de partes de los POD / Rafael
SENER	POD RECONOCIMIENTO	Mantenimiento de partes de los POD / Rafael
EMPRESA	PROGRAMA	VEHÍCULOS, BLINDADOS Y SISTEMAS ASOCIADOS
GDELS-SBS / INDRA	PIZARRO	Sistema de Accionamiento de Torre / Curtiss Wright
GDELS-SBS	PIZARRO	Transmisión y Pasos Finales / RENK
GDELS-SBS	PIZARRO	Cañón / Rehinmetall W&M
GDELS-SBS/DIS	PIZARRO	Tren de Rodaje / Diehl
GDELS-SBS	PIZARRO	Sistema Climatización / Ametek
GDELS-SBS	PIZARRO	Sistema de Antiexplosión-Antiincendio / Spectronix

GDELS-SBS	PIZARRO	Motor / MTU
PEUGEOT	LANZAPUENTES	Puente Leguan / Man
IVECO ESPAÑA	PUENTE DE APOYO A VANGUARDIA	Vehículo de Transporte
SAPA	LEOPARDO	Transmisión / Renk
SAPA	LEPARDO	Pasos Finales / ZF
SAPA	LEOPARDO	Tren de Rodaje / Diehl
INDRA	LEOPARDO	Sistema de Combate / UTE INDRA-RHEINMETALL DE
GDELS-SBS	LEOPARDO	Cañón / Rheinmetall W&M
NAVANTIA	LEOPARDO	Motor / MTU
AMPER PROGRAMAS	LEOPARDO	Mando y Control / Rheinmetall
CAF	MODERNIZACIÓN ANFIBIOS LVT	AAV / United Defense
TERCIO DE ARMADA	HUMMER	Hummer / AM General
GDELS-SBS	BUSHMASTER PARA BMR	Cañón 25 mm / Boeing
GDELS-SBS	4 x 4 RG31	Vehículo 4x4 RG31 / BAE OMC
TECNOBIT	4 x 4 RG31	RCWS MINISAMSON / RAFAEL
SAPA	CAÑÓN ANTIAÉREO BITUBO 35/90	CAÑÓN / Rheinmetall AD
GDELS-SBS	PIRANHA	PIRANHA / GDELS-MOWAG
<b>EMPRESA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>AVIONES</b>
EADS CASA	EF-18	EF-18 / Boeing
EADS CASA	MODERNIZACIÓN HERCULES	C-130 / Lockheed Martin
EADS CASA	MODERNIZACIÓN P-3B	P-3 / Lockheed Martin
EADS CASA	HARRIER II PLUS	AV-8B Plus / Boeing
<b>EMPRESA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>HELICÓPTEROS</b>
ECE	LAMPS	SH-3D Sea King, SH-60 Sea Hawk y S-76 / Sikorsky
ECE	COUGAR	Superpuma y Cougar / Eurocopter
ECE	MODERNIZACIÓN CHINOOK	Chinook / Boeing
ECE	HH ATAQUE TIGRE	EC Tigre HAP / HAD
<b>EMPRESA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>UAV's</b>
INDRA	PASI	Searcher MK III / IAI
<b>EMPRESA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>MOTORES DE AVIACIÓN</b>
ITP	COUGAR	Makila / Turbomeca
ITP	MODERNIZACIÓN CHINOOK	T53 Y T55 / Allied Signal Lycoming
ITP	EF-18	F-404, T-700, CT7-7A/9C, J-85 / General Electric

ITP	NH-90	CT7-8F5 / General Electric
MAESTRANZA AÉREA SEVILLA	SUPERPUMA	Makila / Turbomeca
MAESTRANZA AÉREA SEVILLA	BANCOS DE MOTORES T56	T56 / Allison
EMPRESA	PROGRAMA	PLATAFORMAS NAVALES
INDRA	F-100	Teléfono Submarino / EDO
FLUIDMECÁNICA	LHD / MCTAGGART (*)	Ascensores de aviones
ARIES NAVAL	BAC / HEPBURN	Aprovisionamiento en la Mar
NAVANTIA	BAM	Cañón 76/62 / OTO MELARA
FLUIDMECÁNICA SUR	S-80	Planta Hidráulica / MACTAGGART (*)
INMAPA	S-80	Sistema Lanzamiento de Torpedos / Babcock (*)
MECANIZADOS S.A.	S-80	Contramedidas Acústicas / Babcock (*)
INDRA	S-80	Conectores / Ametek (*)
NAVANTIA	S-80	Válvulas / Trufflo (*)
(*) Actividad en proceso de realización		
EMPRESA	PROGRAMA	MOTORES NAVALES Y SISTEMAS DE PROPULSIÓN NAVAL
ITP	TURBINAS F-100 / F105 / F-85	Turbina de Gas LM2500 / General Electric
NAVANTIA	BAM	Motores 1163, 2000, 396 y 956
NAVANTIA	S-80	Motores 396 para Submarinos
NAVANTIA	Lanchas LCM-1E	Motores MAN D25 YD28 / Man
SIEMENS SA	LHD	Propulsión por Pods / Siemens
AIR LIQUIDE ESPAÑA	S-80	Tanque de Oxígeno del Sistema SIP / Air Liquide
INTA	S-80	Sistema AIP / Hamilton
NAVANTIA	LPD-2	Tren Naval Propulsión de Remolcadores / Caterpillar
NAVANTIA	LPD-2	Engranajes Reductores / Renk
NAVANTIA	F-100	Engranajes Reductores / Schelde Gears
WARTWILA IBERICA	F-100	Hélices Propulsoras / Wartsila
NAVANTIA	CAZAMINAS	Vehículo Submarino de Control Remoto
DETEGASA	F-100 / F-105 / LHD	Plantas de Refrigeración AA, NBQ / Stork
FLUIDMECÁNICA	F-100	Sistema de Amarre de Helicópteros / INDAL (*)
SIEMENS SA	LHD	Propulsión por Pods / SIEMENS
(*) Actividad en proceso de realización		
EMPRESA	PROGRAMA	MISILES Y LANZADORES
ARMADA	STANDARD	Misil Standard / Raytheon
GD-SBS	SPIKE LR/ ER	Motor y Cargas de Guerra / Rafael
TECNOBIT	SPIKE LR / ER	Lazador / Rafael



## Beneficios de la cooperación industrial. Los programas del Ministerio de Defensa español y su futuro

SENER	METEOR	FAS (Fin Actuator System ) / MBDA
INDRA	METEOR	Data Link / MBDA
SENER	TAURUS	FAU ( Fin Actuator Unit) / TAURUS
SENER	IRIS-T	FAS (Fin Actuator System ) / MBDA
ICSA	IRIS-T	Contenedor Logístico / MBDA
INDRA	MAVERICK	Sistema de Guiado / Raytheon
INDRA	ASPIDE	Sistema de Guiado / SELEX
ARMADA	HARPOON	Partes del Misil / Boeing
INDRA	HARPOON	Lanzamiento y Control / Boeing
INDRA	TOW	Lanzador Aligerado / Raytheon - Indra
EMPRESA	PROGRAMA	MANDO Y CONTROL, SENSORES y SISTEMAS OPRÓNICOS
NAVANTIA	F-100 / F-105	Sistema de Combate AEGIS / Lockheed Martin
NAVANTIA	F-100 / F-105	Equipos de Refrigeración del Radar SPY 1D / Lockheed Martin
EA/CLOTRA	RADARES 3D	Radares 3D /SELEX
EA/INDRA	RADARES 3D	Radares 3D / BAE SYSTEMS
TECNOBIT	ARPECA	Sistema Óptico Cañón MK 38 / BASE SYSTEMS
INDRA	CAZAMINAS	Sonar SQQ-32 / Raytheon
INDRA	FRAGATA F-105	Sonar de Casco / Lockheed Martin
INDRA	FRAGATA F-100	Sonar de casco de 1160 / Raython
NAVANTIA	F-100	Sistema de Control de Tiro (F-100/FFG) / Lockheed Martin
INDRA / NAVANTIA	F-100 / F-105	Radar Spy / Raytheon
NAVANTIA	CAZAMINAS	Vehículo Submarino de Control
INDRA	F-100	Servidores de Red de Sistema de Combate (DIANA) / Lockheed Martin
NAVANTIA	S-80	Periscopios / Kollmorgen (*)
INDRA	S-80	Mástiles / Calzoni(*)
SAES	S-80	Chigre Sonar Remolcado /Atlas UK (*)
SAES	S-80	Manguera-Cubierta del Sonar remolcado (FRITAS) / Thales (*)
(*) Actividad en proceso de realización.		

## CAPÍTULO QUINTO

# NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN NUEVOS ESCENARIOS DE CONFLICTO: CAPACIDADES ESPAÑOLAS

*Luis Mayo Muñiz*

### RESUMEN

La demanda de capacidades tecnológicas en los nuevos escenarios de conflicto será profundamente diferente a la del pasado. Las FAS de los países occidentales requerirán mayor flexibilidad para adaptarse a amenazas imprevistas, y deberán incorporar las nuevas tecnologías con mayor agilidad que un enemigo cuyo acceso a las mismas será mucho más sencillo en un mundo globalizado. Mantener su ventaja supondrá un esfuerzo compartido en I+D, y mecanismos que permitan trasladar rápidamente las ventajas competitivas de las tecnologías desarrolladas en otros sectores al de la defensa. Para ello, la base industrial y tecnológica de la defensa en Europa no puede depender únicamente de los «campeones nacionales» o de los grandes integradores de sistemas transnacionales; hay que facilitar el desarrollo de especialistas que, accediendo a un mercado europeo, construyan economías de escala en sus nichos de actividad que les permitan competir en el mercado global con sus rivales norteamericanos y asiáticos. El papel de las naciones como «*early adopters*» de sus innovaciones, y su voluntad para consolidar su demanda son fundamentales.

### Palabras clave

**Base industrial y tecnológica de la defensa; globalización; nuevas amenazas; campeones nacionales; especialistas de nicho; «*early adopter*», consolidación de la demanda.**

*Luis Mayo Muñoz*

**ABSTRACT**

The demand for technological capacity on the new stages of armed conflict will be profoundly different to that experienced last century. The armed forces in western countries will require greater flexibility in order to adapt to unexpected threats, and will need to incorporate new technologies with more agility than the enemy, whose access to these same technologies will be increasingly easier in a globalised world. Maintaining an advantage represents a shared endeavour in the field of R+D, and mechanisms that allow competitive technological advantages developed in other sectors to be transferred to defence. To this end, the industrial and technological base of European defence cannot depend solely on «national champions» or the large-scale trans-national systems. The development of specialist companies should be facilitated which, accessing the European market, building economies of scale in niches that allow them to compete in the global marketplace with their American and Asian rivals. The role of nations as «early adopters» of new developments, and their willingness to consolidate demand are of fundamental importance.

**Key words**

**industrial and technological defence base; globalisation; new threats; national champions; niche specialists; early adopter, consolidation of demand.**

## ■ INTRODUCCIÓN

La caída del bloque soviético a comienzos de los 90 y la aparición del fenómeno del terrorismo islamista con el atentado al World Trade Center en el año 2001 han modificado de forma sustancial la naturaleza de las amenazas que nuestro país debe considerar para orientar su política de defensa en los comienzos del siglo XXI. En el caso de España, se añaden a estas circunstancias la plena integración de nuestro país en la estructura militar de la Alianza Atlántica y una mayor involucración en misiones internacionales, así como la profesionalización de nuestros ejércitos, acompañada de una notable reducción de los efectivos disponibles. Además, la aceleración del desarrollo tecnológico y, sobre todo, la «democratización» del acceso a la tecnología con la explosión de Internet han modificado sustancialmente los escenarios a considerar en el planeamiento estratégico:

- Los nuevos escenarios son asimétricos; no existe una amenaza organizada y claramente identificable.
- Los ataques a población y objetivos civiles forman parte de una estrategia terrorista.
- La defensa de los intereses nacionales no puede ya limitarse al interior de nuestras fronteras: con frecuencia requiere la intervención más allá de las mismas.
- La capacidad para obtener, distribuir y actuar sobre información fiable es más crítica que la capacidad de destrucción de los sistemas de armas.

Los nuevos escenarios requieren nuevas herramientas que permitan a las FAS anticipar, evaluar y responder adecuadamente a las nuevas amenazas. Dentro de este contexto es necesario identificar aquellas tecnologías que se convertirán en críticas para aquellas en los próximos años.

Desgraciadamente, el esfuerzo necesario para mantener la ventaja tecnológica sobre el enemigo en los nuevos escenarios es inabordable para cualquier nación en solitario, incluso para las grandes potencias. Los países tienen que decidir en qué tecnologías quieren mantener completa soberanía y autonomía tecnológica, cuáles están dispuestas a compartir con otros aliados y en cuáles se limitarán a cubrir sus necesidades comprando en el mercado internacional. La industria española dispone indudablemente de capacidades tecnológicas importantes en el mercado de la Defensa, pero mantener esas capacidades sólo es posible con el apoyo nacional en aquellos casos en que las capacidades se identifiquen como críticas para la Defensa nacional, o mediante la especialización en nichos donde la excelencia tecnológica facilite la competencia en los mercados globales.

## ■ LOS NUEVOS ESCENARIOS DE SEGURIDAD: EL MUNDO DESPUÉS DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2001

Mirando hacia el pasado, las últimas dos décadas han venido marcadas probablemente por dos acontecimientos históricos fundamentales: la caída del Muro de Berlín el 9 de noviembre de 1989 y el atentado contra el World Trade Center de Nueva York el 11 de septiembre de 2001. Es posible que, como dice Friedman en su *El mundo es plano*<sup>(1)</sup> «estas dos fechas representen formas contrapuestas de la imaginación en acción en el mundo actual: la imaginación creativa del 9/11 y la imaginación destructiva del 11/9». Desde el punto de vista de la sensación de seguridad en las sociedades occidentales, ambas representan hitos que han modificado radicalmente nuestra percepción de las amenazas que pesan sobre nuestras naciones, nuestros ciudadanos y nuestros modos de vida. La primera representó la ruptura de un escenario bi-polar, el de la Guerra Fría, y la emergencia de nuevos riesgos fruto del desmembramiento de la extinta Unión Soviética y, con ello, de la proliferación de naciones, con estados débiles y propensos al fracaso, pero dotados de armamento con capacidad de destrucción masiva. La segunda ha constatado la existencia de movimientos ajenos a los estados, pero capaces de atacar globalmente a los intereses de cualquier nación, en cualquier lugar del mundo, incluso en su propio territorio, como tristemente han tenido ocasión de comprobar los españoles con los atentados de Madrid, el 11 de marzo de 2004, o los británicos con los de Londres el 7 de julio un año más tarde.

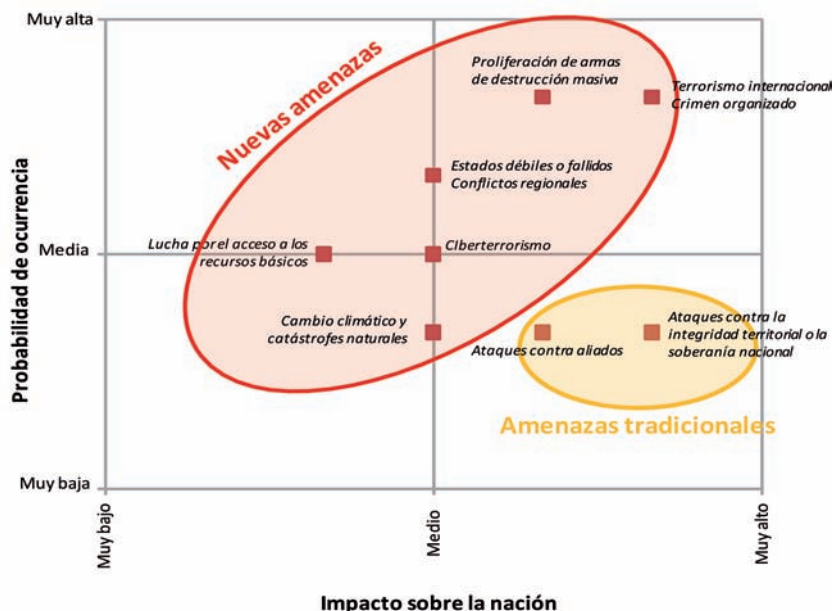
Por otra parte, el avance tecnológico que ha propiciado la globalización cultural y económica en las últimas décadas del siglo XX, ha facilitado también la aparición de nuevas vulnerabilidades y amenazas, y de nuevos escenarios de conflicto. La importancia de las comunicaciones y del libre movimiento de bienes y personas para una economía globalizada, ha convertido a las redes de comunicaciones y transportes en activos críticos para las sociedades desarrolladas como la nuestra, susceptibles de ser atacadas con efectos potenciales catastróficos para la nación. Al mismo tiempo, la tecnología que ha permitido este desarrollo puede también ser utilizada para atacar precisamente a esas infraestructuras vitales.

En lo esencial, los riesgos y escenarios a considerar para la seguridad y la defensa españolas en el siglo XXI son los que ya se esbozaron en la *Revisión estratégica de la Defensa* de 2003<sup>(2)</sup>. De hecho, la *Directiva de Defensa Nacional 01/2008*<sup>(3)</sup> apenas modifica su definición. La figura 1 ilustra el análisis que allí se hace:

(1) FRIEDMAN Thomas L., «11/9 Versus 9/11», en FRIEDMAN Thomas L., *The World is flat*, Londres, Penguin, 2006, pág. 543.

(2) SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE DEFENSA. «Anejo B. Riesgos y Escenarios para la Seguridad y Defensa». AZNAR José María, TRILLO-FIGUEROA Federico et al. *Revisión estratégica de la Defensa*. Madrid. Ministerio de Defensa. 2003

(3) RODRÍGUEZ José Luis. *Directiva de Defensa Nacional 01/2008*. Madrid. Consejo de Defensa Nacional. 30/12/2008.



Si bien las amenazas tradicionales, que podrían conducir a un escenario de guerra convencional en defensa de la integridad y soberanía sobre el territorio nacional o en auxilio de algún país aliado, no han desaparecido, sí es cierto que la percepción de este riesgo es ahora más remota, como consecuencia de la baja probabilidad de ocurrencia atribuida a aquellas. La *Directiva de Defensa Nacional* considera sin embargo como riesgos mucho más acuciantes los que pudieran derivarse de nuevas amenazas como, en primer lugar, el terrorismo internacional, el crimen organizado y la proliferación de armas de destrucción masiva, o lo que sería mucho más preocupante, una combinación de todas ellas. En un segundo escalón aparecerían los riesgos derivados del fallo de estados débiles o de conflictos regionales, que podrían conducir a escenarios de fuerte presión migratoria sobre España –o más generalmente Europa– y a la destrucción de infraestructuras que podrían resultar críticas para nuestro país, incluso fuera del propio territorio nacional. En un tercer escalón, se situarían los riesgos relacionados con la lucha por el acceso a recursos básicos y el cambio climático que, a más largo plazo, pueden tener efectos similares a los de los conflictos regionales. La *Directiva de Defensa Nacional* muestra por último una clara preocupación por el ciberterrorismo, si bien no define claramente hasta qué punto considera plausible un ataque cibernético a gran escala que provoque un daño serio a infraestructuras o redes críticas para la nación.

Esta percepción no difiere de la que generalmente existe en los países de nuestro entorno. Por ejemplo, la nueva estrategia de seguridad nacional del

Reino Unido identifica como las amenazas principales para los próximos cinco años<sup>(4)</sup>:

- el terrorismo internacional, incluyendo el uso de armas de destrucción masiva;
- los ciberataques, incluyendo tanto los organizados por otros estados, como aquellos del crimen organizado o de grupos terroristas;
- las crisis militares internacionales y
- accidentes y catástrofes naturales.

Es asimismo una percepción común en todas las naciones desarrolladas que la globalización ha modificado profundamente las vulnerabilidades que deben considerarse a la hora de establecer los escenarios de riesgo más probables. La elevada interrelación existente entre prácticamente todos los países en la moderna economía, hace que las amenazas sobre infraestructuras emplazadas fuera del territorio nacional puedan tener impactos enormes sobre la economía o el bienestar de los ciudadanos. Y si por una parte esta globalización tiene sin duda efectos beneficiosos incluso en términos de seguridad para nuestra sociedad<sup>(5)</sup>, por otra parte obliga a los estados a considerar la necesidad de intervenir más allá de sus propias fronteras en defensa de sus intereses nacionales.

Otro de los elementos que ha motivado una profunda evolución de los riesgos a considerar en términos de vulnerabilidades es la propia escalada tecnológica. En la actualidad, el bienestar y la seguridad de los ciudadanos y, en último término, incluso la soberanía nacional, dependen profundamente de redes de comunicaciones, distribución y transporte que pueden ser vulnerables a ataques de terroristas o de bandas criminales. No hay más que imaginar el efecto que sobre la economía del país podría tener –simplemente– la interrupción de las comunicaciones móviles durante un día. Y si bien es cierto que este tipo de riesgos puede estar asociado también a catástrofes naturales frente a las que poco o nada puede hacerse por evitarlas, –aunque sí para minimizar sus efectos– lo es también que este tipo de infraestructuras se han convertido en un objetivo potencial para los enemigos.

Asimismo, hay que tener presente que también estos últimos se benefician de la facilidad para acceder a la tecnología. A principios del siglo XX, «los anarquistas estaban limitados en su capacidad de comunicarse y colaborar con otros

---

<sup>(4)</sup> HM GOVERNMENT. *A Strong Britain in an Age Uncertainty – The National Security Strategy*. Londres. TSO. Octubre 2010.

<sup>(5)</sup> Por ejemplo, Friedman postula en *The World is Flat* lo que él denomina la «Teoría Dell de prevención de conflictos», en virtud de la cual es extremadamente improbable que estalle un conflicto bélico entre dos países que participen en la misma cadena de suministro («supply chain») para una gran multinacional. Véase FRIEDMAN, Thomas L., «The Dell Theory of Conflict Prevention – Old-Time Versus Just-in-Time», en FRIEDMAN Thomas L., *The World is flat*, Londres, Penguin, 2006, pág. 515-539.

anarquistas, de encontrar simpatizantes o de conspirar para una operación»<sup>(6)</sup>, en la actualidad, Bin-Laden podría dirigir una célula de Al-Qaeda en España desde cualquier remota cueva en las montañas afganas, con material que puede adquirirse fácilmente en unos grandes almacenes de cualquier ciudad del mundo. Y qué decir del potencial peligro que en cuanto al uso perverso de esas posibilidades puede tener cualquier estado fallido en el que cualquiera de esos grupos terroristas o criminales pudiera infiltrarse hasta controlarlo.

## ■ EL NUEVO PARADIGMA DE LA DEFENSA EN EL SIGLO XXI

Como hemos visto en el apartado anterior, los desafíos para la seguridad y la defensa nacionales en el siglo XXI tienen que ver con un profundo cambio de las amenazas a considerar:

- De un escenario de conflicto con un enemigo claramente identificado, organizado y asentado en un territorio preciso, hemos pasado a un enemigo difuso, que puede residir en cualquier lugar, incluso en nuestro propio suelo, y al que no podemos identificar formalmente.
- De la necesidad de proteger elementos vulnerables dentro del territorio nacional, a la necesidad de proteger infraestructuras críticas y redes que pueden estar sustancialmente fuera de éste.
- De un mundo de alianzas militares claras y sencillas, a un mundo globalizado donde nuestros intereses no sólo están interconectados con los de nuestros aliados directos sino con los de otras naciones, que pueden verse envueltas en conflictos regionales o fracasar como estados.
- De un acceso al armamento más avanzado limitado a las superpotencias, a la posibilidad de que organizaciones criminales o terroristas, amparadas o no por estados nacionales, obtengan armas de destrucción masiva provenientes de la disolución del bloque soviético.
- De una manifiesta superioridad tecnológica de las naciones desarrolladas frente a esas organizaciones, a una «democratización» del acceso a la tecnología que hace posible un enfrentamiento asimétrico.

Ante tan profundos cambios, se impone sin duda una transformación radical del paradigma de defensa nacional. De la misma manera en que los conceptos que inspiraron la construcción de la línea Maginot, se vieron superados por la utilización masiva de medios aéreos y móviles por parte del ejército alemán en la II Guerra Mundial, los conceptos que inspiraron la estrategia defensiva durante la Guerra Fría se han visto desbordados por la nueva realidad. En primer lugar, las doctrinas de disuasión –sea «represalia masiva» o «respuesta flexible»– pierden su sentido ante una amenaza a la que no es posible identificar con claridad. En segundo lugar, se hace necesaria la capacidad para desplegar fuerzas y responder a una amenaza *en cualquier lugar del mundo*. En tercer

<sup>(6)</sup> *Ibid.*, pág. 531.



lugar, es imprescindible en la respuesta la cooperación y la coordinación con otras naciones; un escenario de enfrentamiento singular es altamente improbable y hay que tener en cuenta la posibilidad de que un conflicto regional se extienda internacionalmente con facilidad. En cuarto lugar, es necesario prever ataques con armamento sofisticado, por ejemplo armas nucleares, biológicas o químicas (NBQ), tanto sobre las fuerzas armadas interviniendo el conflicto como contra civiles. Por último, hay que prever que el enemigo dispondrá de información –según Donald Rumsfeld, un manual de entrenamiento de Al-Qaeda capturado en Afganistán decía a sus lectores, «Utilizando fuentes públicas abiertamente, sin emplear medios ilegales, es posible obtener al menos el 80% de toda la información requerida sobre el enemigo»<sup>(7)</sup>– y no sólo eso, sino que podrá utilizar la tecnología pública para jugar la batalla de la propaganda.

Esto no quiere decir que no continúe siendo necesaria una cierta capacidad disuasoria. Obviamente, en este nuevo escenario hay que considerar la posibilidad de que un grupo terrorista, o una organización afín, se haga con el poder en un estado fracasado y se convierta en una amenaza para el país en los términos más tradicionales y convencionales. Consideremos por ejemplo la posibilidad de que los Hermanos Musulmanes consigan hacerse con el poder en Egipto. Teniendo presente que de ellos han surgido organizaciones como la palestina Hamás o incluso la propia Al-Qaeda, es lógico temer que tal circunstancia marcara un cambio radical en la actitud de ese país hacia su vecino Israel, y que, posiblemente, acabara por desestabilizar la región en su conjunto. Ante la posibilidad de la aparición de gobiernos de índole islamista en la ribera Sur del Mediterráneo, puede considerarse razonable el disponer de capacidad militar suficiente para disuadir a éstos de un ataque directo al territorio español o al de alguno de nuestros países aliados.

Sin embargo, es evidente que las reglas del juego han cambiado y que es necesario reconsiderar los escenarios de conflicto y sus necesidades tecnológicas.

## ■ NUEVAS DEMANDAS TECNOLÓGICAS EN LOS ESCENARIOS DE CONFLICTO DEL SIGLO XXI

Resultaría ocioso incluir aquí un análisis detallado de los escenarios a los que habrán de enfrentarse las FAS europeas en las próximas décadas. En el caso español, éste ya lo ha desarrollado en profundidad y con mejor conocimiento el Ministerio de Defensa, y sus conclusiones en cuanto a las necesarias capacidades militares se reflejan en los documentos de la Revisión Estratégica de la Defensa<sup>(8)</sup>. Tampoco es necesario derivar de aquella demanda de capacidades,

<sup>(7)</sup> *Ibid.*, pág. 535.

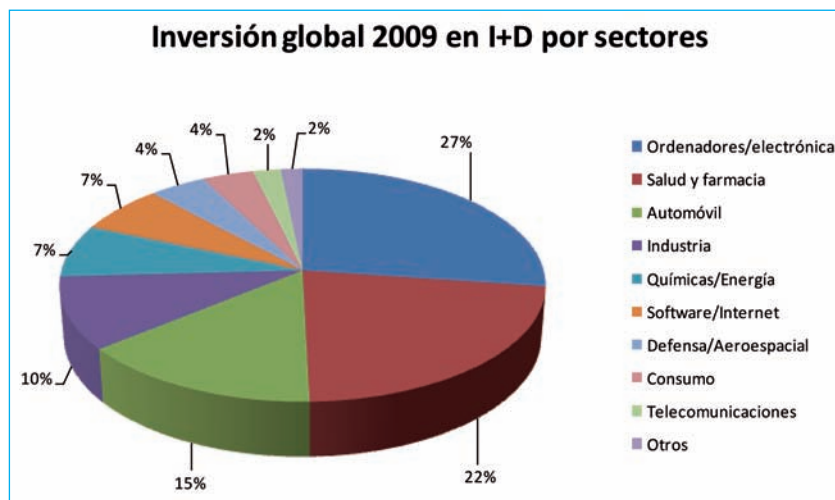
<sup>(8)</sup> SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE DEFENSA. «Anejo D. Capacidades de las Fuerzas Armadas». AZNAR José María, TRILLO-FIGUEROA Federico et al. *Revisión estratégica de la Defensa*. Madrid. Ministerio de Defensa. 2003

las tecnologías que cubren el «espectro completo de tecnologías de interés para defensa», algo de lo que también se ha ocupado con acierto la Subdirección General de Tecnología e Innovación del propio Ministerio<sup>(9)</sup>. El trabajo ya realizado proporciona un mapa exhaustivo de las necesidades tecnológicas de la Defensa en los albores del siglo XXI. Sin embargo, si procede añadir a aquellos análisis algunas consideraciones.

### ■ Tecnologías de doble uso

En primer lugar, como admite la propia ETID y ha sido frecuentemente reconocido por nuestras autoridades de Defensa, no cabe propiamente hablar de tecnologías de defensa. Ni siquiera de tecnologías de «defensa y seguridad». La convergencia de las tecnologías militares y civiles es, en la mayor parte de las áreas, un hecho. Las consecuencias de ello pueden no ser tan evidentes, pero deben ser tenidas en cuenta al definir la estrategia tecnológica del Ministerio de Defensa.

El avance en algunos sectores se produce a tal velocidad que las tecnologías relevantes quedan obsoletas en unos pocos años, provocando que los volúmenes de inversión en I+D que afluyen a ellos sean muy superiores a los que pueden esperarse en el sector de defensa incluso en coyunturas más favorables que las



Fuente: Booz and Company, Inc.

<sup>(9)</sup> DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS. «Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa. ETID-2010». Madrid, Ministerio de Defensa, 2010. La ETID-2010 identifica seis áreas de actuación funcional: armamento; ISTAR (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento); plataformas, protección personal; protección de plataformas e instalaciones; TICS (Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación. Para cada una de estas líneas, se han definido líneas de actuación funcional y, a su vez, dentro de éstas se han señalado las tecnologías clave para satisfacer la demanda de capacidades.

actuales. Consideremos por ejemplo el caso de las tecnologías OSINT (*Open Source Intelligence*): ¿puede ignorarse al referirse a ellas el desarrollo de motores de búsqueda en Internet cada vez más eficientes o de aplicaciones de *data mining* o *business intelligence* más sofisticadas? Microsoft invierte más de 9 millardos de dólares anuales en I+D, Google más de 3. Entre las 10 compañías del mundo que más invierten en I+D, no encontraremos ninguna compañía del sector defensa<sup>(10)</sup>.

Dado que la inversión en otros sectores es masivamente superior a la que se mantiene en el de defensa, es a priori más probable que sea en aquellos donde se produzcan innovaciones de ruptura que cambien de forma drástica el estado del arte. El sector de defensa debe pues mantener una vigilancia continua sobre los desarrollos en otros sectores para incorporar a su acervo aquellas tecnologías allí desarrolladas que puedan contribuir a resolver su problemática. Las empresas de defensa que cuentan con presencia en otros sectores, directamente o a través de sus grupos industriales, tienen una ventaja importante con respecto a otras a la hora de detectar esas oportunidades e incorporar rápidamente las innovaciones allí desarrolladas.

#### ■ Cooperación internacional

LA ETID identifica 111 metas tecnológicas que deben servir «de guía fundamental para determinar el conjunto de actuaciones de I+T a realizar en los próximos años»<sup>(11)</sup>. A su vez, cada una de estas metas tecnológicas puede implicar el desarrollo de varias tecnologías, lo que convierte la implantación de esta estrategia en un objetivo extremadamente ambicioso, probablemente inabordable para el tejido industrial e investigador español o de cualquier otro país, con algunas escasas excepciones. De manera similar, la EDA identifica 274 áreas tecnológicas en su Taxonomía de Tecnologías<sup>(12)</sup>. Ningún país de nuestro entorno se plantea hoy la posibilidad de desarrollar en solitario un nuevo sistema de armas. La necesidad de la cooperación internacional, dentro del marco de las estructuras adecuadas (p. ej. EDA, RTO), está más allá de cualquier cuestión. Cosa distinta es sin embargo cómo maximizar el beneficio obtenido de esa cooperación desde diferentes puntos de vista: la satisfacción de las necesidades de nuestras FAS, la creación de capacidades tecnológicas exclusivas o diferenciadas en el país o, simplemente, el de la soberanía nacional. El balance entre los diferentes criterios determina sin duda el modelo de cooperación.

<sup>(10)</sup> JARUZELSKI, BARRY y DEHOFF, KEVIN. «The Global Innovation 1000. How the Top Innovators Keep Winning». Booz & Company, Inc. New York, 2010. De las 10 compañías que más invirtieron en 2009 en I+D, siete fueron farmacéuticas. Microsoft figuró en el segundo puesto.

<sup>(11)</sup> DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS. «Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa. ETID-2010». Madrid, Ministerio de Defensa, 2010. Anexo 1, pág. I-1.

<sup>(12)</sup> EUROPEAN DEFENSE AGENCY. Technology Taxonomy. Disponible en <http://www.eda.europa.eu/webutils/downloadfile.aspx?FileID=249>. Fecha de la consulta 2 de mayo de 2011.

## ■ Carácter finalista de los desarrollos de I+T para Defensa

Pese a que las tecnologías básicas que subyacen cualquier producto para la Defensa son casi siempre comunes con otros sectores, y cada vez más a menudo las innovaciones tecnológicas en el sector provienen de actores ajenos a él, no hay que olvidar que sus aplicaciones concretas, y por tanto los sistemas en que se integran, vienen dictadas por las necesidades específicas del sector. Pensemos por ejemplo en los sensores de infrarrojos. Esta es una de las tecnologías identificadas en la demanda tanto del Ministerio de Defensa español, como de los Cap Tech de la EDA. Este tipo de sensores puede emplearse en sistemas de guiado de municiones complejas, sistemas ISTAR, plataformas terrestres para sistemas de visión indirecta y otras múltiples aplicaciones en el terreno militar. Pero también tienen múltiples aplicaciones en el mundo civil; por ejemplo, pueden utilizarse en sistemas de ayuda a la conducción nocturna en automóviles. Lo que difiere entre ambos escenarios es probablemente la forma en que estos componentes se combinan e integran con otros para proporcionar la funcionalidad requerida. Así, la industria del automóvil puede ser un motor más eficiente que la de defensa a la hora de desarrollar un sensor IR; sin embargo, ésta probablemente superará a la primera si se trata de desarrollar un sistema de visión panorámica. La diferencia entre ambos casos radica en el conocimiento operativo de las necesidades del cliente a la hora de integrar los mismos sensores para atenderlas. En otros términos: el conocimiento tecnológico no es suficiente, es su combinación con el conocimiento operativo de la aplicación concreta lo que aporta valor al usuario final.

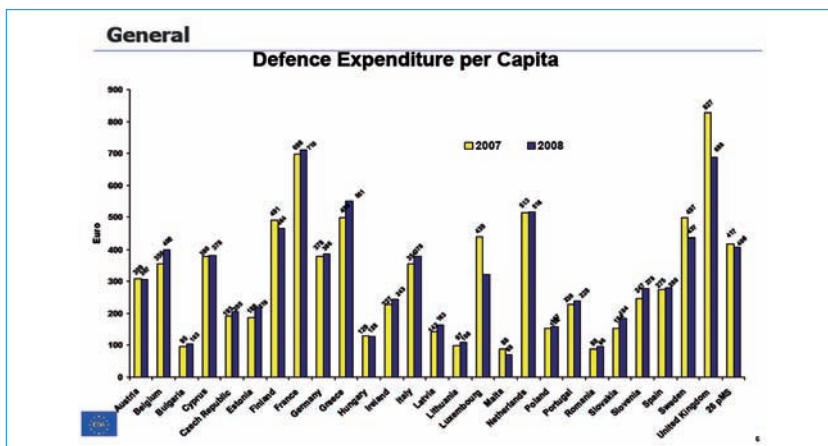
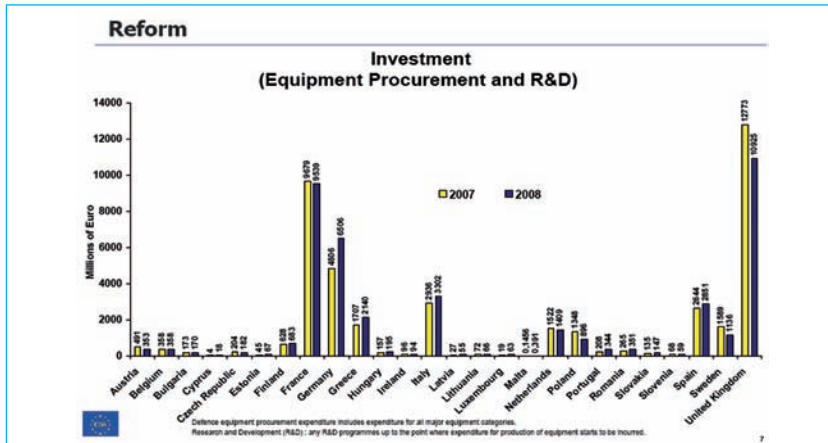
Es frecuente menospreciar la importancia del conocimiento «vertical» frente a las tecnologías horizontales. Sin embargo, en muchos casos es el conocimiento vertical el que impulsa la auténtica ruptura tecnológica. No es fácil imaginar un James Watt sin un Matthew Boulton. Si el ingenio y el conocimiento termodinámico de Watt fue capaz de desarrollar la máquina de vapor, fue el dominio de Boulton de las tecnologías propias de la industria textil –al fin y al cabo su negocio familiar– lo que permitió trasladar los beneficios de la tecnología básica a la resolución de problemas industriales. Cualquiera que sea la demanda tecnológica de los nuevos escenarios, siempre será valioso el viejo conocimiento sectorial para hacer una aplicación óptima de las nuevas tecnologías a la resolución de los nuevos problemas.

Cabe preguntarse si el conocimiento vertical tradicional del sector de defensa es adecuado para hacer frente a los nuevos escenarios. Es una cuestión legítima. Pero también lo sería cuestionarse si hay algún otro sector que pueda disponer de un saber hacer operativo que sea más directamente aplicable a la resolución de los nuevos problemas. No hay una respuesta única. Las compañías de distribución tienen posiblemente un conocimiento operativo en lo que se refiere a áreas como logística que nada tiene que envidiar al de las más

avanzadas organizaciones de defensa. Sin embargo, las empresas de seguridad pueden aprender mucho de la industria de defensa si se habla de protección perimetral. En todo caso, no hay duda de la necesidad de preservar y desarrollar el conocimiento específicamente sectorial para hacer frente a los presentes y futuros desafíos de la defensa.

## ■ CAPACIDADES DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA PARA RESPONDER A LAS NECESIDADES DE LA DEFENSA EN EL SIGLO XXI

España es un país de tamaño medio en el contexto internacional. La inversión nacional en tecnologías y sistemas para la defensa se sitúa en quinto lugar entre los países miembros de la EDA (ver gráfico).



Fuente: European Defence Agency (EDA).

Sin embargo, en términos de inversión per cápita, nuestro país cae hasta el decimocuarto puesto, aproximadamente al nivel de Eslovenia. A pesar de ello, el esfuerzo realizado por nuestro país para facilitar la participación de su industria en los principales programas europeos de desarrollo de sistemas de armas y de modernización de las FAS en las últimas décadas ha hecho posible que la industria de defensa nacional haya sido capaz de alcanzar una elevada competencia en diversas áreas tecnológicas.

Tampoco hay que olvidar las capacidades existentes en los organismos investigadores dependientes del Ministerio de Defensa. Desde el Instituto Tecnológico «La Marañosa» se desarrollan tecnologías en las áreas de armamento, electrónica, optróica, plataformas, acústica, metrología, factores humanos, TICS, protección NBQ y materiales. El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) está especializado en técnica naval. Por último, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) se enfoca precisamente a estas tecnologías, incluyendo áreas tan variadas como las aeroestructuras o la astrobiología. Al margen de estos organismos, existen otras entidades del sector público que también contribuyen al conjunto de capacidades tecnológicas para la defensa en nuestro país en áreas que van desde la nanotecnología hasta la propulsión. Hay que reconocer sin embargo que, salvo algunas exitosas excepciones, hay una importante desconexión entre el sector industrial de defensa y los centros de investigación civiles –no así obviamente con los que dependen del Ministerio de Defensa–. Este distanciamiento es fruto de diferentes factores: la reticencia de buena parte de la sociedad española a la investigación en materias de defensa, sobre todo en sistemas de armas, las dificultades para organizar de forma efectiva la colaboración entre universidad y empresa, o la desconfianza de la industria en unos centros de investigación que a menudo se han convertido más en competidores que en apoyos para el desarrollo tecnológico. Como quiera que sea, la estructuración del sistema investigador, y en particular la articulación de las relaciones entre centros públicos de investigación e industria, es aún una asignatura pendiente en España.

Pese a la existencia de un tejido industrial e investigador, no se puede obviar el hecho de que el tamaño del mercado nacional es pequeño, insuficiente para justificar casi siempre la inversión en el desarrollo de nuevos productos. Este es un problema general para la mayor parte de las naciones de nuestro entorno. Ni la industria española, ni la de la mayor parte de sus países aliados gozan de un mercado doméstico que pueda por sí mismo producir una rentabilidad razonable de las nuevas tecnologías de defensa. Así las cosas, al menos en el caso español se ha conseguido mantener un nivel tecnológico en el estado del arte en aquellas áreas en las que:

- Se ha integrado en consorcios internacionales (p.ej. Airbus o EADS) en los que ha conseguido mantener *centros de excelencia* dentro de la organización

en nuestro país. En general esto ha coincidido con la existencia previa en la industria nacional de una capacidad tecnológica relevante en algún área concreta. Por ejemplo, EADS ha mantenido en España centros de excelencia en materiales compuestos cuyo origen puede trazarse a las capacidades que Construcciones Aeronáuticas S.A. había desarrollado en este campo en los años 80, previo a su integración en el consorcio.

- La existencia de centros de excelencia ligados a consorcios internacionales ha alimentado la formación de recursos humanos con experiencia y conocimientos en esas áreas que a su vez ha favorecido la aparición de otras empresas en esas mismas áreas, promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías en ellas gracias a una saludable competencia. Por ejemplo, es notable que casi un 10% de las empresas miembro de TEDAE, la patronal del sector en España, tengan entre sus actividades la producción de aeroestructuras de materiales compuestos.
- Apoyándose en la demanda de una empresa tractora –por ejemplo, un consorcio internacional presente en nuestro país– se ha desarrollado una industria subsidiaria suministradora de componentes o tecnologías auxiliares o complementarias. Por ejemplo, la existencia de centros de excelencia en la producción de elementos en material compuesto ha facilitado la existencia de empresas como MTorres que proporcionan máquinas herramienta de avanzada tecnología a aquellos, contribuyendo a crear un círculo virtuoso que permite reforzar mutuamente la ventaja competitiva de los dos grupos de empresas.
- La temprana incorporación de la industria nacional a algún programa internacional o multilateral para el desarrollo de nuevos sistemas de armas le ha permitido alcanzar la excelencia en alguna disciplina. Por ejemplo, la participación española en el programa EF-2000 permitió a empresas como Indra o Tecnobit desarrollar tecnologías en áreas como el radar o los sistemas de identificación y seguimiento de blancos mediante IR (i.e. FLIR/IRST), que han dado lugar posteriormente a exitosas líneas de producto para aquellas compañías.
- La juiciosa aplicación de políticas de compensaciones industriales en la adquisición de sistemas de armas ha permitido una transferencia de tecnología hacia la industria nacional que ha valido para desarrollar o consolidar su capacidad en algunas áreas. Planes de compensaciones como el asociado al programa FACA han permitido a la industria española desarrollar capacidades muy significativas en áreas como la simulación, donde Indra es hoy una compañía líder en el escenario mundial, o los bancos de prueba automáticos. En otros casos, estos planes de compensaciones no sólo han permitido la adquisición de tecnología, sino también el establecimiento de alianzas estratégicas de mayor calado con importantes socios industriales, como ocurre en el caso de Navantia y Lockheed Martin en el campo de los sistemas navales.
- Se ha mantenido a lo largo del tiempo una participación relevante en organismos y programas de I+D internacionales. Este ha sido el caso por ejemplo del segmento espacial, donde la contribución a los programas de la Agencia

Europea del Espacio sostenida a lo largo de varias décadas ha permitido desarrollar en nuestro país compañías líderes en sus respectivas áreas de actividad, como Sener, en los mecanismos espaciales, EADS Astrium-CRISA en electrónica de potencia y secuencial, GMV en navegación por satélite o sistemas de control en tierra, o Indra Espacio en estaciones de control.

- El Ministerio de Defensa ha actuado como promotor de una demanda sofisticada que ha permitido a la industria anticiparse a las necesidades del mercado en otros países. Por ejemplo, en el caso de Navantia la combinación de este factor con una acertada política de alianzas industriales internacionales ha permitido a esta compañía mantenerse en una posición tecnológica puntera dentro del mercado naval.
- Se ha conseguido salvar el salto desde la investigación básica hasta la aplicación, gracias a la aparición de *spinoffs* de grupos de investigación públicos, como por ejemplo en el caso de la tecnología fotónica, donde empresas como DAS Photonics han capitalizado la inversión realizada por la universidad en ese campo.

Hacer aquí un listado pormenorizado de las capacidades tecnológicas del tejido industrial e investigador español que pueden utilizarse para satisfacer las demandas presentes y futuras de las FAS está fuera de lugar. Correríamos el riesgo de olvidar algunas, bien por desconocimiento de las posibles aplicaciones de las tecnologías disponibles, bien por obviar en el análisis a empresas y organismos de investigación ajenos hasta ahora al sector de defensa, pero cuyo conocimiento pudiera emplearse para satisfacer algunas de las nuevas necesidades operativas, o incluso de las antiguas. Sin embargo, sí podemos establecer algunas conclusiones generales sobre aquellas capacidades:

- a) El tejido industrial e investigador español no puede, por su propio tamaño y por razón del mercado accesible, cubrir toda la demanda de capacidades tecnológicas de los escenarios a los que la Defensa deberá hacer frente en el futuro. Es necesario mantener la participación española en programas internacionales, incluso asumiendo los esfuerzos económicos necesarios, donde la industria pueda consolidar aquellas áreas en las que ocupa hoy una posición de liderazgo, y apoyarse en conocimientos complementarios de otros socios internacionales para completar la panoplia de conocimientos necesarios para satisfacer la demanda futura. La industria española está preparada para esta colaboración internacional, y puede fácilmente buscar su hueco en los consorcios internacionales que puedan crearse para hacer frente a los nuevos desarrollos (en realidad, el problema de tamaño es común a todos los países europeos, y la necesidad de cooperación también).
- b) La industria española dispone del conocimiento vertical necesario para introducir las innovaciones tecnológicas que se desarrollen dentro o fuera del sector en el diseño, producción y soporte al ciclo de vida de los futuros sistemas de defensa.



- c) La industria es, asimismo, muy competitiva globalmente en algunos nichos de actividad. Para sostener su capacidad, sin embargo, la industria necesita que el Ministerio de Defensa actúe como promotor de una demanda sofisticada que le permita mantenerse en el estado del arte.
- d) Es necesario un esfuerzo para mejorar la coordinación del sistema investigador, de modo que la industria pueda llevar al mercado eficientemente los desarrollos tecnológicos que se produzcan en el sector. Y este empeño no se limita a la industrialización de desarrollos realizados por los centros de investigación públicos, sino también por las PYMEs o, de forma más genérica, por las empresas proveedoras de los grandes integradores, que con frecuencia ven morir sus innovaciones por su incapacidad de hacerlas llegar al usuario final.
- e) En general, la industria española ajena al sector de defensa dispone de capacidades que pueden ser aplicables a las nuevas necesidades operativas de las FAS. Sin embargo, salvo algunas excepciones y posiblemente también por una cuestión de tamaño medio de empresa, el flujo de tecnología desde esos otros sectores hacia el de defensa es escaso y podría aumentar. La existencia de empresas con presencia multisectorial en el tejido industrial de defensa en España facilitará esa transferencia (además de dar una mayor estabilidad a la industria al diversificar sus riesgos y poder combinar actividades en sectores «contracíclicos»).

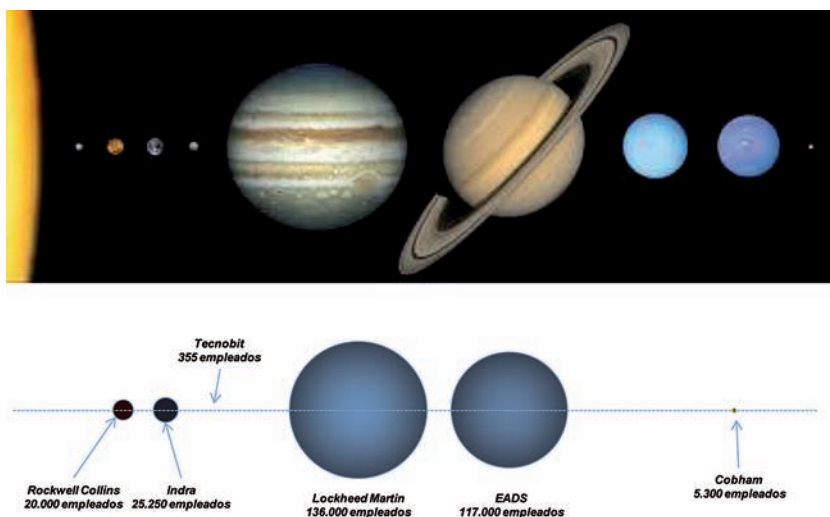
Estas consideraciones son asimismo en general válidas para la industria europea en su conjunto. Como reconoce la propia EDA<sup>(13)</sup>, una Europa que invierte en I+D para la defensa una sexta parte de lo que lo hace Estados Unidos, que dedica el 35% de un presupuesto que duplica al del conjunto de los países europeos a estos menesteres, difícilmente puede mantener una base industrial capaz de satisfacer la demanda completa de tecnologías para hacer frente a los escenarios rápidamente cambiantes del siglo XXI. Existe pues el temor de que la industria europea quede relegada a un conjunto de productores de nicho, cada vez más supeditados a los «*primes*» norteamericanos, y a que la propia inversión de las empresas se vuelque hacia aquel mercado en el que algunos, como BAe Systems, EADS o Finmeccanica han realizado ya importantes inversiones. Sin embargo, aunque es prácticamente imposible que la industria europea pueda alcanzar el máximo nivel en todas las tecnologías relevantes, su Base Tecnológica e Industrial de Defensa (BTID) tiene capacidad en su conjunto para ser competitiva frente a la industria norteamericana y a la cada vez más importante industria asiática. También tiene el conocimiento vertical necesario para explotar la capacidad existente en otros sectores industriales donde Europa dispone de conocimiento y recursos suficientes para desarrollar nuevos avances en disciplinas que pueden ser importantes para satisfacer la futura demanda de la defensa.

---

<sup>(13)</sup> An initial long-term vision for european defence capability and capacity needs, European Defense Agency (EDA), LTV -3 October 2006- SB MoDs Levi.

## ■ ESTRATEGIAS DE I+D+I INDUSTRIALES PARA HACER FRENTE A LA NUEVA DEMANDA TECNOLÓGICA

Como ya hemos dicho anteriormente, la industria de defensa española sufre limitaciones asociadas a su tamaño. Excepción hecha de las filiales nacionales de los grandes consorcios europeos o de las multinacionales del sector, incluso las compañías más grandes resultan pequeñas cuando se comparan con sus competidores extranjeros, como se ilustra en la siguiente figura:



Incluso obviando a los grandes gigantes del sector, con frecuencia fuertemente integrados verticalmente, lo que les convierte con frecuencia en competidores reales incluso para las empresas más pequeñas del sector, el tamaño de las empresas españolas es mucho menor que el de muchos de sus competidores extranjeros. Es evidente que en estas condiciones, hay que considerar cuidadosamente la estrategia industrial para asegurar la sostenibilidad de nuestra competitividad en un mercado que, también necesariamente, tiende cuando menos a internacionalizarse.

La primera cuestión que cabe plantearse es la conveniencia de una mayor concentración industrial en el sector. La creación de grandes corporaciones como Lockheed Martin o EADS no ha sido fruto del crecimiento orgánico de una compañía desde su fundación, sino producto de movimientos de concentración en el sector en sus respectivos países, en procesos que en casi todos los casos han tomado un largo plazo. Así pues, cabe considerar esta opción como una posible estrategia para competir en el sector. Lo cierto es que el sector de industrias de la defensa en España está bastante concentrado:

- Más del 50% del negocio de electrónica de defensa se concentra en una sola empresa. Las cuatro primeras del segmento, concentran más del 75% del negocio, que afecta a 96 empresas.
- Más del 75% del negocio aeroespacial, en el que se cuentan 31 empresas, se concentra en dos de ellas.
- Algo parecido sucede en el segmento de vehículos de tierra, donde también 2 empresas concentran el 75% de un negocio que se reparte entre 32 empresas.

A escala europea, la situación cambia. El sector no ha iniciado aún una consolidación transnacional por debajo del nivel de los sistemistas, e incluso a ése, la existente es bastante limitada. Como admite la EDA, hay que superar la «notable fragmentación del escenario industrial europeo de defensa, para eliminar pródigas duplicaciones y alcanzar economías de escala viables»<sup>(14)</sup>. Sin embargo, esta consolidación requerirá también actuaciones desde el lado de la demanda que están aún lejos de producirse.

La idea de promover «campeones nacionales» que actúen como aglutinantes de la industria y concentrar el sector sobre ellos es atractiva para el sector público por diferentes motivos. En primer lugar, las inversiones necesarias para el desarrollo de nuevos productos y tecnologías para el sector son crecientes, y difícilmente abordables por compañías de pequeño tamaño salvo con un fuerte apoyo del cliente final. En un escenario de restricciones presupuestarias que previsiblemente se extenderán aún durante algunos años, la posibilidad de contar con el apoyo de un sector privado de tamaño suficiente para obtener la financiación necesaria sin recurrir al sector público es ciertamente muy atractiva. En segundo lugar, hay que tener en cuenta que el sector de defensa está fuertemente regulado e intervenido. Desde el punto de vista del cliente final es indudablemente más sencillo controlar a un «campeón nacional» alrededor del cual se agrupen los necesarios socios y proveedores nacionales o extranjeros, que entenderse con un integrador extranjero bajo el que se agrupen diversas empresas nacionales, a veces con intereses contrapuestos. En tercer lugar, pesan razones de autonomía y soberanía nacional. Las FAS requieren disponer de capacidad real de integración y sostenimiento de sistemas de armas local para asegurar su capacidad de respuesta en aquellos casos en que la soberanía nacional se vea comprometida, y es razonable pensar que se disponga de aquella mejor si existe un integrador de plataformas nacional –aunque como veremos después esta idea pueda rebatirse en los nuevos escenarios tecnológicos–. Por último, se trata de una solución probada, que ha funcionado en el pasado y que funciona en otros países, y que por tanto comporta un riesgo menor, al menos a priori.

Pero las posibles ventajas del modelo del «campeón nacional» pueden disputarse desde diferentes puntos de vista. Es cierto que la necesidad de inversiones crecientes por la mayor sofisticación de la demanda favorece la idea de con-

---

<sup>(14)</sup> Ibid. pag. 24.

centrar la capacidad de ayuda pública en un número menor de compañías. Sin embargo, no es menos cierto que la tecnología de integración de sistemas para la defensa es un conocimiento vertical difícilmente trasladable a otros sectores. Mientras que inversiones más modestas en áreas tecnológicas concretas pueden apalancarse con fondos provenientes del sector civil y que buscan retornos a su inversión en otros mercados, es dudoso que la inversión necesaria para el desarrollo de un integrador de sistemas para la defensa, al menos en lo que se refiere a tecnología pueda atraer inversión desde otros sectores. Por otra parte, también es difícil que empresas que invierten masivamente en desarrollo tecnológico en otros sectores, se interesen por la demanda concreta del sector de defensa si la estrategia nacional pasa por la creación de un campeón nacional a expensas de sacrificar la inversión en nichos que puedan resultar cercanos a los de su especialización.

Asimismo, en un entorno tecnológicamente más sofisticado y por paradójico que ello pueda parecer, es debatible que las razones de soberanía nacional se vean mejor protegidas por un «campeón» que por un tejido de empresas altamente especializadas. No habría más riesgo en un escenario en el que la capacidad de integración de sistemas en la industria nacional estuviera concentrada en manos de empresa extranjeras, que en otro en que el integrador nacional dependiera de empresas extranjeras para disponer de repuestos para los elementos críticos del sistema de armas, y estos son con frecuencia suministrados por empresas especialistas más que por integradores. Por otra parte, buena parte de los escenarios que se contemplan en la *Directiva de Defensa Nacional 01/2008* exigen respuestas que, tecnológicamente, no requieren grandes y complejos sistemas de armas que requieran para su desarrollo y mantenimiento de igualmente grandes conglomerados industriales, sino de especialistas capaces de responder y adaptarse con agilidad a los cambios en las amenazas.

La inversión necesaria para crear y mantener un integrador de sistemas para la defensa es ingente. Baste considerar lo que sucede en los países de nuestro entorno. Incluso aquellos que disponen de presupuestos de defensa muy superiores, apenas pueden mantener uno o dos integradores. En el caso español, el mercado nacional es posiblemente insuficiente para mantener siquiera uno, por lo que la única posibilidad de sostener la estrategia del «campeón nacional» es que éste pueda competir en el mercado global, en condiciones de manifiesta inferioridad frente a competidores que tienen acceso privilegiado a mercados domésticos mucho mayores.

En estas condiciones, cabe plantearse como estrategia alternativa la de potenciar a empresas de nicho que puedan especializarse en alguna o algunas de las tecnologías relevantes y competir globalmente en esas áreas. La inversión requerida en I+T para mantenerse en el estado del arte de la tecnología en esos nichos puede ser abordable dentro de los presupuestos disponibles en un país

de tamaño medio, y puede ser mucho más eficiente a la hora de establecer ventajas competitivas allí.

Esta estrategia es también compatible con la consolidación del mercado europeo, tanto desde el lado de la oferta como, sobre todo, desde el de la demanda. Si la Base Industrial y Tecnológica de la Defensa (BITD) europea sólo puede sobrevivir en el futuro escenario competitivo si se considera como un todo, y no como la suma de las diferentes capacidades nacionales<sup>(15)</sup>, es preciso reconocer que difícilmente el mercado europeo admitirá 26 sistemistas –ni siquiera el norteamericano, seis veces mayor, lo permite– pero sí podrá sostener un tejido de jugadores de nicho nacionales que se beneficien de las economías de escala de un mayor mercado accesible.

Existe la tentación de considerar que estas estrategias de nicho necesariamente se corresponden con un tejido industrial de pequeñas y medianas empresas (PYMEs), pero esto no es necesariamente cierto. Hay que tener en cuenta que la definición de PYME<sup>(16)</sup> en la Unión Europea es muy restrictiva, y no distingue entre diferentes sectores a la hora de establecer los límites que establecen la frontera entre grandes empresas y PYMEs. Como se muestra en la siguiente figura, cualquier empresa de más de 250 empleados, más de 50 millones de euros de ingresos o más de 43 millones de euros de balance total, debe ser considerada «gran» empresa. En Estados Unidos, la regla es mucho más flexible y establece diferencias entre diferentes sectores. Por ejemplo, en el sector de equipos electrónicos, sólo las empresas de menos de 500 empleados pueden ser consideradas PYME, y si más concretamente nos referimos al segmento de fabricantes de ordenadores, el límite sube hasta las 1.000 personas.

Buena parte de las empresas españolas del sector de defensa no son PYMEs, y sin embargo están muy lejos del tamaño crítico necesario para competir como integradores en este sector. Si pueden en cambio competir en algunos nichos concretos donde disponen de tecnología y capacidad adecuadas. Por otra parte, también hay que tener presente la posibilidad de que empresas multisectoriales de mayor tamaño, especializadas en tecnologías transversales, actúen como jugadores de nicho en el mercado de defensa, aprovechando su capacidad para rentabilizar la inversión en I+T en sus diferentes sectores de actividad. Así pues, lo que distingue realmente a las empresas de nicho de los grandes integradores no es necesariamente su tamaño, sino su especialización. Podemos concluir que las estrategias de nicho tienden a favorecer a los «*non-prime*» frente a los integradores del sector («*prime contractors*»).

El mercado de Defensa dista mucho de ser «perfecto». Es un mercado fuertemente intervenido, donde pesan consideraciones de soberanía y seguridad

<sup>(15)</sup> *Ibid.* pág. 24.

<sup>(16)</sup> European Commission Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium size enterprises (2003/361/EC), publicada en el Boletín Oficial de la Unión Europea de 20 de Mayo de 2003.

**THE NEW THRESHOLDS (Art. 2)**

Enterprise category	Headcount: Annual Work Unit (AWU)	Annual turnover	or	Annual balance sheet total
Medium-sized	< 250	≤ €50 million (in 1996 €40 million)	or	≤ €43 million (in 1996 €27 million)
Small	< 50	≤ €10 million (in 1996 €7 million)	or	≤ €10 million (in 1996 €5 million)
Micro	< 10	≤ €2 million (previously not defined)	or	≤ €2 million (previously not defined)

Fuente: Comisión Europea.

nacional. La competencia está sesgada a favor de los contratistas principales locales que, en general, controlan el acceso al cliente final. Además, salvo raras excepciones, éstos están fuertemente integrados verticalmente, lo que dificulta que las innovaciones de los «*non-prime*» lleguen al mercado. ¿Cómo pueden competir estas compañías entonces en el sector? Los «*non-prime*» necesitan innovar para estar presentes en el mercado de Defensa. Suelen ser los *challengers*: sólo pueden entrar y mantenerse en el mercado si ofrecen innovaciones relevantes con respecto a los grandes integradores. Además, la tendencia a integrarse verticalmente de los grandes sistemistas, les obliga a una estrategia de innovación continua. También necesitan capitalizar sus inversiones aplicando sus soluciones en diferentes sectores, lo que por otra parte les obliga a mantener una vigilancia permanente sobre los avances tecnológicos en otros distintos del de Defensa.

Para un «*non-prime*» sólo es posible innovar en nichos tecnológicos seleccionados: sus capacidades de inversión son limitadas y, por tanto, es necesario concentrar los recursos. Incluso si se trata de empresas de gran tamaño, su ventaja para competir en esos nichos se basa en dedicar a ellos inversiones que son superiores en ellos a las que pueden dedicar los grandes integradores, que dispersan sus inversiones en un rango mayor de productos relativamente inconexos, o tienen que dedicar buena parte de ellos a tecnologías verticales

de integración. A cambio de ello, el acceso al cliente final sólo puede hacerse a través de los integradores multidomésticos; pero esto no es necesariamente un inconveniente: el esfuerzo necesario para llevar al mercado las nuevas tecnologías puede incluso ser menor si se establecen a través de estos últimos canales de comercialización adecuados. Las barreras nacionales en un mercado multidoméstico como el de defensa son más permeables a soluciones de nicho, porque éstas permiten la colaboración con los integradores locales, y abren las posibilidades de transferencia de tecnología hacia el país de destino.

Para los «*non-prime*», complicado o no, la internacionalización de sus operaciones no es una opción: es materia de supervivencia. La presión creciente en el mercado nacional de los competidores extranjeros y la necesidad de acceder a un mercado suficientemente amplio para capitalizar sus inversiones en I+D, convierten esto en una cuestión vital. Pero a diferencia del «campeón nacional», el jugador de nicho demanda de menos recursos públicos para sostener su posición competitiva desde el punto de vista tecnológico.

En resumen, caben pues al menos dos alternativas diferentes desde el punto de vista estratégico para asegurar el sostenimiento del desarrollo tecnológico en un país de tamaño medio: la del «campeón nacional» y la de los especialistas en nichos tecnológicos. Si se opta por la primera, habrá que asegurarse de que una parte sustancial de los recursos de I+D+i y de los aplicados a la adquisición de material de defensa se concentran en la empresa elegida. Ahora bien, si se opta por la segunda habrá ineludiblemente que elegir qué áreas tecnológicas se consideran críticas para atender las necesidades de los futuros escenarios de defensa desde el punto de vista nacional. Pero no sólo eso: deberemos tener en cuenta cómo y por qué se crean conocimientos y tecnologías comercialmente viables en este sector. Como apunta Michael Porter «lo que apuntala el proceso de mejora de la productividad nacional es el resultado de millares de esfuerzos por lograr ventaja competitiva frente a rivales extranjeros en sectores y subsectores determinados, en los cuales los productos y los procesos se crean y mejoran»<sup>(17)</sup>. Así, a la hora de seleccionar en qué áreas deberían buscar su especialización los competidores de nicho de una nación en un sector determinado, habrá que tener en cuenta que las condiciones de la demanda interna determinan en gran medida aquellas. Aunque podría suponerse que en un mundo globalizado el peso de la demanda interna se ha difuminado, esto no es así, y menos aún en un sector tan fuertemente regulado como el de defensa. Siguiendo a Porter<sup>(18)</sup>, hay que reconocer que las empresas logran ventajas competitivas en aquellos países donde la «demanda interior da a sus empresas una imagen más clara o temprana de las nuevas necesidades de los compradores», y donde estos –en nuestro caso las FAS– «presionan a las empresas para que innoven con mayor rapidez y logren ventajas competitivas más valiosas que

<sup>(17)</sup> PORTER, Michael, «La ventaja competitiva de las naciones», en PORTER, Michael, *Ser competitivo. Nuevas aportaciones y conclusiones*, Ediciones Deusto, Barcelona, 2003, pág. 169.

<sup>(18)</sup> *Ibid.*, pág. 182.

las de sus rivales extranjeros. La magnitud de la demanda interior resulta ser mucho menos importante que el carácter de dicha demanda». Según esto, los segmentos de mercado más viables serán aquellos en que los compradores nacionales estén mejor informados y sean más exigentes, lógicamente en función de sus propias necesidades. Esto explica por qué países con un tamaño y recursos humanos y materiales inferiores a los que puede poner en juego el nuestro, tienen sin embargo un nivel de desarrollo industrial en el sector muy superior al de nuestro país. El caso paradigmático es el de la industria de defensa israelí. Pero existen otros ejemplos. La industria naval holandesa tiene una importante presencia en el mercado, en la que sin duda ha influido la sofisticación de la demanda de su Marina. A la inversa, es difícil esperar que la industria de defensa suiza tenga una presencia significativa en el área de vigilancia de fronteras marítimas.

El segundo factor que habrá que tener presente en la identificación de aquellas áreas en las que especializar a la industria nacional al aplicar una estrategia de nicho es la presencia de sectores afines y auxiliares que sean asimismo competitivos<sup>(19)</sup>. Por ejemplo, la existencia de una importante industria pesquera puede ser un factor a tener en cuenta para potenciar aquellas tecnologías relacionadas con la construcción naval. Existen múltiples ejemplos de la creación de cúmulos industriales que han permitido a la industria de los países obtener ventajas competitivas en algunos segmentos. Sin ir más lejos, la industria cerámica española ha cimentado su competitividad internacional en el enorme peso que en la economía española ha tenido el sector de la construcción.

El tercer factor tiene que ver con la estructura del sector y la rivalidad interna entre las empresas. El manido argumento de que promover la competencia interior conduce al despilfarro de los esfuerzos e impide a las empresas lograr economías de escala es, las más de las veces, falso. La rivalidad interior impulsa a las empresas a innovar, haciéndolas más competitivas. Pero no sólo eso, la existencia de rivalidad interna facilita la existencia de recursos humanos especializados y su movilidad, contribuyendo a crear y distribuir el saber hacer tecnológico a través de toda la industria nacional, reforzándola frente a sus competidores extranjeros. También promueve el que el sector investigador y las universidades concentren sus esfuerzos en aquellas áreas en las que existe una mayor demanda de personal e innovación, cerrando un círculo virtuoso del que, a largo plazo, se benefician todas las empresas del sector.

El último factor a tener en cuenta tiene que ver con la disponibilidad de los factores de producción. Pero en la sociedad del conocimiento, esto tiene poco que ver con la abundancia de recursos naturales y humanos, infraestructuras o capital a los que se referían los economistas clásicos. Factores elementales como la disponibilidad de mano de obra o de materias primas, no proporcionan ninguna ventaja sostenible en aquellos sectores que hacen un uso intensivo del

---

<sup>(19)</sup> *Ibid.* pág. 183.



conocimiento. Las empresas pueden acceder fácilmente a ellos a través de los mercados globales, y en ocasiones obviarlos mediante la tecnología. Incluso el disponer simplemente de un elevado porcentaje de población activa con una formación universitaria no representa una ventaja competitiva en una economía globalizada. La ventaja se obtiene de la especialización de los factores en las necesidades específicas de un sector: la existencia por ejemplo de institutos de investigación especializados en tecnologías básicas. La industria nacional puede competir mejor en los mercados internacionales en aquellos nichos en que se dispone de recursos altamente especializados en el país. Es por tanto conveniente alinear las estrategias industriales con las de investigación básica emprendida en los centros de investigación.

No se trata aquí de seleccionar unos u otros segmentos de mercado en los que centrar la actividad de las empresas de defensa –esto es al fin competencia de aquéllas– sino únicamente de exponer una estrategia general que puede resultar más exitosa en un país como España que el intento de concentrar la industria en torno a un «campeón nacional». Trataremos sin embargo a continuación de exponer de qué forma puede el sector público apoyar el desarrollo de esta estrategia.

## ■ COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN EL DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES NACIONALES

Si la colaboración entre empresas públicas y estados es materia de debate en casi todos los sectores de la economía, en el sector de defensa es cuestión prácticamente obligada. Como ya hemos señalado anteriormente, el mercado de defensa está fuertemente regulado e intervenido en todos los países del mundo, por obvias razones de soberanía nacional. No cabe hablar propiamente de un mercado global de sistemas de defensa; en el mejor de los casos podemos referirnos a un mercado *multidoméstico*. Así pues, si en el resto de los sectores el papel del estado es crucial en aspectos como los sistemas educativos, las regulaciones, las infraestructuras básicas o la promoción de una demanda temprana que permita a sus empresas la introducción anticipada de nuevas tecnologías, en el caso del sector de defensa su papel es incluso más importante.

La tentación más obvia a la hora de apoyar el desarrollo de la industria nacional, tanto por parte del estado como de las propias empresas es la protección del mercado doméstico. Como puede derivarse de lo ya expuesto, esto no es posible hoy por muy diversos motivos:

- 1) La necesidad de satisfacer las nuevas demandas de los escenarios de defensa y seguridad, y el ritmo de cambio acelerado de las tecnologías y de las propias amenazas hacen que la inversión en I+T necesaria para mantenerse
-

en el estado del arte en las diversas disciplinas implicadas sea inabordable para un país en solitario.

- 2) Muchas de las tecnologías relevantes para el sector son, por su propia naturaleza, de doble uso, y la restricción de la competencia en los mercados nacionales en otros sectores es inviable en la economía actual.
- 3) Los acuerdos internacionales y la participación en organismos multilaterales (p.ej. LoI, EDA) obligan a los firmantes a abrir, aunque sea de forma limitada, sus mercados domésticos a competidores extranjeros.
- 4) El acceso a los factores productivos, de los que difícilmente se dispone en cantidad suficiente en un solo país, requiere sin duda de la apertura mutua de los mercados nacionales.
- 5) La misma necesidad de proyectar la acción de las FAS más allá de las fronteras nacionales en operaciones conjuntas con naciones aliadas, que obliga a la interoperabilidad de los diferentes sistemas.

Pero no sólo eso: el proteccionismo industrial inclina a las empresas a acomodarse y perder competitividad y capacidad innovadora.

Sin embargo, tampoco tiene sentido abandonar la industria de defensa a los designios de la «mano invisible» del mercado. El sector público tiene que desarrollar un papel de catalizador y estimulador que, si cabe, es aún más importante en el mercado de defensa. Si además aceptamos que la mejor estrategia para desarrollar las capacidades tecnológicas necesarias, cuando menos no sólo pasa por construir un «campeón nacional», sino por desarrollar un potente tejido industrial de empresas de nicho, y teniendo en cuenta la estructura competitiva del sector y la posición de fuerza que los grandes integradores tienen en el mercado, el estado debe desempeñar un arbitraje que nivele el escenario competitivo.

La primera aportación del sector público al desarrollo de esas capacidades es sin duda participar activamente en la selección de las tecnologías a incorporar en la solución completa. El estado, en colaboración con la industria, debe seleccionar qué tecnologías son críticas para responder a las necesidades presentes y futuras, y deben desarrollarse internamente, y cuáles pueden adquirirse en el extranjero. Realizada esta selección, es importante comprender que el ciclo de creación de nuevas tecnologías es largo. La selección de aquellas tecnologías de interés debe ser pública y sostenerse en el tiempo, al menos lo suficiente para permitir la maduración de los desarrollos. Esta selección debe venir acompañada de políticas consecuentes con ella. Las FAS deben actuar como catalizadores de la demanda de las tecnologías seleccionadas, como «*early adopters*» o clientes lanzadores, asumiendo con ello el riesgo del pionero. Esta es una razón más para ser selectivo en la promoción de determinadas tecnologías: evidentemente el sector público no puede asumir riesgos en todas las áreas tecnológicas.

A la selección de qué áreas tecnológicas promover, debe seguir inmediatamente el esfuerzo en la creación de los factores productivos adecuados. Si la selección de los nichos del mercado de defensa en los que especializarse debe tener en cuenta la disponibilidad con carácter general de recursos adecuados en el país, por ejemplo, la existencia de universidades capaces de generar profesionales con las cualificaciones necesarias en aquellos campos, y la capacidad del Ministerio de Defensa y de las FAS a la hora de orientar la oferta de formación universitaria es limitada, no es menos cierto que desde estas administraciones si es posible orientar la especialización de los centros de investigación de defensa. Estos deben contribuir al desarrollo de tecnologías básicas relevantes para los segmentos seleccionados, asumiendo sobre todo el peso de la investigación más alejada del mercado. Las empresas tenderán en general a centrar sus inversiones en el desarrollo de tecnologías y procesos más cercanos al mercado, que les permitan recuperar sus inversiones en el menor plazo posible. Y aunque es sin duda legítimo pedir de ellas que asuman un cierto riesgo investigador, el sector público está en general en mejores condiciones para cargar con el peso de la investigación básica. En el reparto de tareas entre el sector público y el sector privado, es por ejemplo más razonable dejar en manos del primero el desarrollo de la tecnología básica de un nuevo sensor, y a cargo del segundo el empaquetado del sensor, el desarrollo de la electrónica de proximidad necesaria y su integración en un sistema con las capacidades funcionales necesarias.

Es también importante el papel del sector público en el establecimiento de normativas y estándares. La participación de los órganos de defensa en los foros internacionales en los que se definen y aprueban estas normas es fundamental para, por una parte, defender adecuadamente los intereses de la industria nacional frente a los de sus competidores extranjeros, y por otra parte, mantenerse en el estado del arte de las diferentes tecnologías de modo que pueda actuar como un comprador inteligente e informado, capaz de establecer con su demanda interna condiciones de ventaja para sus empresas. Una de las características que definen los nuevos escenarios de defensa y seguridad es la interoperabilidad, por lo que sin duda, la capacidad para influir sobre las nuevas normas y la adopción temprana de las mismas puede resultar definitiva a la hora de dar una cierta ventaja competitiva a sus empresas. Por ejemplo, la decidida participación española en el desarrollo del estándar de comunicaciones tácticas OTAN Datalink 22 ha permitido a empresas nacionales como TecnoBit ponerse a la cabeza de esta tecnología en el mercado mundial.

Pero hemos mencionado antes que el sector público tiene que desempeñar un importante papel arbitral en el escenario competitivo nacional, adoptando una política interior antimonopolista. La estructura del sector de defensa incluye a grandes integradores fuertemente integrados verticalmente, y en este sentido el estado debe tutelar el proceso de selección de subcontratistas en los programas

de adquisición de material, para evitar que se favorezca injustificadamente a los grandes grupos industriales. También debe mantener una política de I+D que, de manera general, involucre a las empresas ajenas a esos grupos, y muy particularmente a las PYME. Justo es reconocer el papel que esas empresas pueden realizar como tractoras del conjunto de la industria nacional, pero éste debe ser definido y vigilado por el sector público para impedir que las prácticas monopolistas estrangulen la introducción de innovaciones tecnológicas que puedan desafiar la posición de dominio que los grandes grupos industriales nacionales y extranjeros tienen en el mercado.

También el sector privado tiene que contribuir al desarrollo de las capacidades nacionales. En primer lugar, las empresas deben renunciar a la protección irracional de su mercado doméstico y buscar decididamente la internacionalización de sus operaciones. La industria debe reconocer que el mercado nacional es insuficiente para capitalizar las inversiones necesarias para mantener su competitividad a la hora de atender las demandas del sector público, y buscar la penetración en los mercados más exigentes. Pero más allá de ello, las empresas deben buscar a través de su internacionalización el aprovechamiento de las ventajas selectivas de otros mercados nacionales. Esta es sin duda una de las tareas pendientes de la industria española, que si bien a menudo ha buscado la exportación de sus productos hacia otros mercados, no ha hecho el mismo esfuerzo para establecerse completamente en ellos, y para explotar sus recursos locales. Es necesario que la industria se plantee nuevas estrategias que conduzcan a su implantación local en otros mercados que les permita aprovechar su desarrollo científico o sus ventajas tecnológicas puntuales. Es indudable que el apoyo público en este sentido es muy importante, pero no puede negarse que la iniciativa al respecto debe provenir de las empresas.

Para alcanzar este objetivo, tanto el sector público como el sector privado pueden promover alianzas tecnológicas con empresas extranjeras, pero sólo de forma selectiva. Si bien es cierto que estas alianzas son herramientas útiles, atajos para alcanzar objetivos concretos, no es menos cierto que imponen costes notables: implican la coordinación de centros operativos separados geográfica y culturalmente; requieren la conciliación de objetivos con una entidad independiente y, a menudo, por las propias características del sector, con otros estados; y puede implicar la creación o el refuerzo de un competidor. Como dice Porter, «establecer alianzas como parte fundamental de la estrategia llevará a la empresa a la mediocridad, no al liderazgo internacional»<sup>(20)</sup>. La actuación coordinada de administración pública y sector privado en la selección de alianzas temporales es la mejor garantía para evitar estos riesgos.

El sector privado debe también colaborar estrechamente con el sector público en el desarrollo de sistemas de alarma anticipada que permitan detectar nuevas tecnologías de interés para el sector. Dentro del lógico deseo de pro-

---

<sup>(20)</sup> Ibid. pág. 201.

teger sus posibles ventajas competitivas, es fundamental la cooperación con instrumentos como el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la DGAM, intercambiando información con el sector público que permita identificar innovaciones científicas o tecnológicas que puedan resultar en nuevos procesos o productos. En el caso del sector de defensa, la industria debe cargar además con buena parte del peso en la tarea de capturar tecnologías provenientes de otros sectores que puedan aportar nuevas soluciones a las necesidades del sector.

No podemos dejar de mencionar un elemento fundamental en la colaboración entre sector público y sector privado para el desarrollo y sostenimiento de las capacidades tecnológicas del sector: el apoyo a la exportación. En un sector tan fuertemente intervenido como el de defensa hay dos factores que resultan fundamentales para facilitar la exportación, que como ya se ha discutido antes es a su vez clave para la competitividad de la industria. El primero es el éxito en el mercado doméstico. Dificilmente algún organismo de defensa extranjero adquirirá una solución tecnológica que no haya sido previamente adoptada en su mercado doméstico de origen. No se trata pues tan sólo de actuar como «*early adopter*» por parte del cliente nacional, sino de, en igualdad de condiciones, aprovisionarse en el mercado doméstico. El segundo factor es el apoyo a la exportación mediante actuaciones gobierno a gobierno. Es también un hecho reconocido que en muchos casos resulta más sencillo acceder a los mercados extranjeros al amparo de este tipo de mecanismos. En algunos casos, porque facilitan herramientas complementarias (p.ej. crédito al comprador) que posibilitan la venta. En otros, simplemente por razones de influencia política.

En resumen, es mucho lo que el sector público puede aportar al desarrollo de una estrategia competitiva que permita al sector defensa adquirir y sostener las capacidades tecnológicas necesarias para hacer frente a los desafíos del siglo XXI, pero es también mucho el esfuerzo que el sector privado debe aportar a este propósito, adoptando una actitud de liderazgo en el contexto internacional que le permita reducir su dependencia del mercado nacional.

## ■ CONCLUSIONES

La demanda de capacidades tecnológicas en los escenarios de conflicto previsibles en los próximos años será profundamente diferente de la de la segunda mitad del siglo pasado. Las FAS de los países occidentales tendrán que disponer de una mayor flexibilidad para adaptarse a amenazas imprevistas, y deberán incorporar las nuevas tecnologías con mayor agilidad que un enemigo cuyo acceso a las mismas será mucho más sencillo en un mundo globalizado. Pero para mantener su ventaja tecnológica, los países europeos en general y España en particular tendrán que mantener un esfuerzo continuo en I+D, que

necesariamente tendrá que ser compartido. No sólo eso: deberán desarrollar los mecanismos que permitan trasladar rápidamente las ventajas competitivas de las tecnologías desarrolladas en otros sectores al de la defensa.

Para asegurar el sostenimiento de la base industrial y tecnológica de la defensa en Europa es necesario implantar una política industrial que contemple no sólo el desarrollo de «campeones nacionales» que, por otra parte, serían inviábiles en muchos de esos países por razón del limitado tamaño que el sector tiene en cada uno de ellos, e incluso en el conjunto de todos si se compara con otros. Hay que facilitar la desaparición de las barreras al desarrollo de empresas especialistas que sean capaces de acceder a un mercado europeo y construir economías de escala en sus nichos de actividad que les permitan sostener el esfuerzo innovador y competir en el mercado global con sus rivales norteamericanas y, cada vez más frecuentemente, asiáticos.

Como es lógico, estos especialistas debe convivir con los grandes integradores de sistemas, que cada vez más serán conglomerados industriales transnacionales que atesorarán en gran medida el conocimiento vertical del sector, y controlarán el acceso al cliente. El sector público debe asegurarse de que este reducido oligopolio no impida a los «*non-prime*» acceder al mercado e incorporar sus innovaciones a la oferta de productos para la defensa, interviniendo activamente en los procesos de selección de proveedores para los grandes programas de adquisición de sistemas para la defensa. En este sentido, es fundamental la definición de políticas de compensaciones industriales que contribuyan, por una parte, a asegurar la transferencia de las tecnologías necesarias para la operación y mantenimiento de los sistemas y, por otra, a evitar que los grandes sistemistas impongan las soluciones ofrecidas por sus empresas afiliadas, en perjuicio de otras que pudieran resultar innovadoras o más eficaces, o que pudieran contribuir al sostenimiento de un tejido viable de empresas especialistas.

El sector público y el sector privado deben complementarse en el esfuerzo de I+T. En general, corresponderá al sector público el cubrir las necesidades investigadoras más alejadas del mercado, aquellas en las que difícilmente el sector privado dedicará una inversión significativa, tanto por el propio riesgo asociado como por el alejado horizonte de retorno de la inversión. Por su parte, la industria deberá trasladar al sector las innovaciones tecnológicas y científicas desarrolladas por ella misma, por el sector académico y los propios centros de investigación públicos, así como por otros sectores ajenos al de defensa. Para ello, es necesario mantener un contacto continuo entre ambos sectores, desarrollando los mecanismos que permitan no sólo a los «*prime contractors*» intercambiar información con los gobiernos, sino también involucrando a las PYME, y en general a todo el tejido industrial de empresas especializadas.

Por último, pero no menos importante, hay que señalar que la industria española y europea tiene capacidades tecnológicas suficientes para satisfacer las necesidades operativas de sus fuerzas armadas. Sin embargo, la posibilidad de mantener su competitividad en los escenarios futuros depende de su capacidad para internacionalizarse y competir en el mercado global, y a su vez esto depende de manera crítica del apoyo de sus gobiernos nacionales en un sector tan fuertemente regulado e intervenido como el de defensa. El papel de las naciones como «*early adopters*» de las innovaciones tecnológicas de su industria, su voluntad para consolidar su demanda, de modo que se genere un mercado de tamaño suficiente para alcanzar economías de escala significativas, y su apoyo institucional a través de las ventas país a país, son definitivos para alcanzar aquel objetivo.

## CAPÍTULO SEXTO

# IMPULSO A LA INNOVACIÓN. COLABORACIÓN DE ESTADO Y EMPRESAS

*Carlos D. Suárez Pérez*

### RESUMEN

La innovación es un factor clave para el incremento de la productividad y por tanto de la competitividad. En el entorno actual impulsar el crecimiento económico del país implica impulsar una industria innovadora, con fuerte componente tecnológico y una oferta diferenciada capaz de competir en cualquier mercado internacional. La industria de Defensa, cumple esas características por lo que se constituye en un agente tractor para el resto de industrias nacionales. Gracias al esfuerzo inversor en I+D+i España ha sido capaz de desarrollar una industria de Defensa sólida y competitiva. Optimizar y sostener el esfuerzo innovador en los próximos años será clave para alcanzar economías de escala y generar sinergias, dando como resultado una industria más competitiva y eficiente. Este impulso a la innovación precisa estar acompañado de modelos de colaboración público-privada que permitan afrontar nuevos proyectos y la aparición de nuevos generadores de innovación.

### Palabras clave

**Consolidación, competitividad, defensa, financiación, industria, innovación, internacionalización, tecnología.**



*Carlos D. Suárez Pérez*

**ABSTRACT**

Innovation is a key factor for increasing productivity and hence competitiveness. In today's environment, to promote economic growth means to boost an innovative industry with a strong technological component and a differentiated offer that is able to compete in any international market. Defense Industry fulfills these characteristics; therefore it is a driving force for the rest of the National Industries. Because of its sustained effort in R&D&I, Spain has been able to develop a solid and competitive Defense Industry. Optimizing and maintaining this innovation effort in the coming years will be key to obtain economies of scale and to generate synergies, resulting in a more efficient and competitive industry.

The promotion of innovation needs to be accompanied by public-private partnership models that enable new projects and generate further innovation.

**Key words**

**Consolidation, competitiveness, defense, financing, industry, innovation, internationalization, technology.**

## ■ INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

**El reciente proceso de modernización de las Fuerzas Armadas ha permitido construir unas capacidades industriales y tecnológicas de primer nivel que resulta crítico preservar.**

Esta es una época de cambios en la que los ejes del crecimiento se están desplazando hacia países de economías emergentes, y donde los países tradicionalmente avanzados se ven en la necesidad de incrementar su competitividad, lo que se traduce en ser más productivos.

Si no podemos competir reduciendo los costes de la mano de obra, sí podemos hacerlo en calidad y con la diferenciación de la oferta y de los procesos. Así los aumentos de productividad requieren dotaciones crecientes de capital tecnológico y de capacidad de innovación, con particular relevancia de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC).

La industria de Defensa española, si bien no alcanza las dimensiones de otros sectores industriales, destaca por ser una de las pocas en las que han existido capacidades significativas de I+D+i, desarrollo de producto y comercialización a escala internacional, elementos claves para el desarrollo de una economía sostenible.

El futuro de la industria de Defensa se basa en combinar el uso de tecnologías de la información, la microelectrónica y los nuevos materiales para la creación de sistemas más eficientes. Por este motivo, la industria de Defensa está jugando un papel fundamental en el desarrollo de soluciones y sistemas innovadores que favorezcan el crecimiento económico. Esta industria se ha reconvertido hacia el conocimiento profundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones y su aplicación al desarrollo de sistemas integrados de comunicaciones, mando y control que sean ágiles y eficaces para hacer frente a las nuevas amenazas que se presentan.

En este sentido, podemos destacar que la industria de Defensa es intensiva en I+D+i, siendo la mayoría de las tecnologías duales, es decir, tanto de aplicación civil como militar. Muchas de estas tecnologías, sobre todo en el área de los sistemas, son también comunes entre los distintos segmentos (aeroespacial, naval, terrestre) así como muchos de los recursos utilizados por las empresas en distintas funciones de negocio.

Por otro lado, la tecnología y experiencia civil se están incorporando al mercado de la Defensa, por lo que la separación entre estos ámbitos es cada vez más tenue. El uso de la tecnología civil permite abaratar los costes de desarrollo e introducir una nueva dinámica más competitiva al sector de Defensa, así como mayor capacidad de gestión.

---

Las empresas diversificadas que desarrollan su trabajo en ambos sectores, pueden ajustar sus soluciones civiles al mercado de Defensa buscando siempre la interoperabilidad, flexibilidad y modularidad, así como anticiparse a las necesidades de las Fuerzas Armadas. La incorporación de estas empresas al mercado de Defensa supone un reto para ellas mismas pues implica trabajar con un cliente muy exigente con unas necesidades de alto contenido tecnológico; además de serlo también para las empresas tradicionales de este sector que ven incrementada la competencia y por tanto la necesidad de cambiar e innovar.



Retroalimentación tecnológica entre sectores. Fuente: Indra.

Son múltiples los ejemplos de avances tecnológicos de los que la sociedad en general se ha beneficiado como resultado de la innovación en el sector de la Defensa. Desde el microondas, o la tecnología GPS, hasta la red de redes que es Internet y sin la que hoy el mundo no sería como lo conocemos.

Es por ello que el sostener el esfuerzo inversor en infraestructura de seguridad y de defensa comporta numerosos beneficios para un país. En primer lugar, la creación de empleo cualificado en las propias Fuerzas Armadas y en las empresas proveedoras de sistemas con alto contenido tecnológico. En segundo lugar, promueve la investigación y el desarrollo en áreas que históricamente se han trasladado a la sociedad civil. Además, esta inversión afecta a compañías de otros muchos sectores no estrictamente de Defensa, que incluyen la

producción de materias primas, diseño e ingeniería, centros de investigación, fabricación, logística o servicios. Compañías que tienen la oportunidad de modernizar y desarrollar sus estructuras gracias al incremento de inversión. Las cifras hablan por sí solas, en España, la industria de Defensa factura 3.600 millones de euros al año, genera 18.000 empleos directos, 50.000 indirectos y exporta el 40% de su producción.

En todos los países avanzados la industria de Defensa se considera estratégica por razones de seguridad nacional; y desde el punto de vista económico, por lo que es siempre objeto de una involucración importante por parte de los Estados. Principalmente por ser muy intensiva en I+D+i, con altos riesgos comerciales y grandes volúmenes económicos, y además por ser fuertemente exportadora y tener un carácter tractor por su transferencia económica y de conocimiento a otros sectores de la industria y los servicios.

Estas razones, como antes se ha comentado, han obligado a la consolidación de las industrias para alcanzar la adecuada dimensión tecnológica, comercial y financiera tanto a nivel nacional como internacional y este proceso ha sido supervisado por los Estados.

El incremento del tamaño medio de las industrias es necesario debido a los enormes recursos requeridos para el desarrollo de nuevos productos; así como a la necesidad de aumentar su dimensión comercial y financiera, dada la necesidad de potenciar los mercados de exportación para hacer frente a los enormes costes involucrados en el desarrollo de dichos productos.

Actualmente, el desarrollo de la industria de Defensa en las potencias desarrolladas ha dado lugar a la creación de grandes grupos industriales en este sector. La aparición de estos grandes grupos, no es fortuita sino que se basa en la necesidad real de alcanzar economías de escala y de generar sinergias en tecnologías y comercialización, compartiendo todos los recursos para ello.

A estas corporaciones se les plantea el reto de jugar un doble papel, por una parte ser capaces de mantener unos ingresos por actualizaciones de las plataformas y sistemas que ya están en funcionamiento, y por otra, incorporar a su oferta, productos tecnológicamente muy avanzados. En este ámbito es donde la cooperación entre empresas para ciertos proyectos convive con la competencia en otros exigiendo cada vez mayor flexibilidad.

Sin embargo, esto no significa, que vayan a desaparecer otras empresas del sector. Por el contrario, las empresas líderes del sector actúan como tractoras de otras de menor tamaño favoreciendo la formación del *clusters* tecnológicos y la transferencia de conocimiento.

---

Si bien en España, durante las dos últimas décadas, se ha llevado a cabo una política industrial en el sector de la Defensa, que bien a través de la participación en grandes programas internacionales (como el Eurofighter) o bien a través del apoyo decidido a la adquisición de determinados productos nacionales (como en el caso de la industria naval), ha permitido el desarrollo de unas capacidades tecnológicas e industriales impensables sólo unos pocos años atrás. Ha llegado el momento, a la vista de los cambios en nuestro entorno, de plantear una nueva estrategia a largo plazo para este sector, una estrategia de consenso y dimensión estatal.

Las principales compañías del sector no sólo tienen que ser el referente y cooperar de manera conjunta entre ellas, además deben buscar alianzas con empresas de menor tamaño y con instituciones del conocimiento que son las que por su flexibilidad y dedicación se convierten en grandes semilleros de innovación.

#### ■ **Las actuales restricciones presupuestarias exigen focalizar la inversión en áreas y capacidades críticas**

La industria de Defensa se enfrenta a una situación complicada, debido a las circunstancias que atraviesa la economía española, que han llevado a una reducción del capítulo de inversiones reales del presupuesto del Ministerio de Defensa para 2011 de un 17,2% con respecto al del año anterior. Estas restricciones presupuestarias hacen más necesario el focalizar la inversión en áreas y capacidades claves para impulsar una industria innovadora que se adapte a las necesidades tecnológicas de nuestros ejércitos y que permita a la industria crecer internacionalmente, mediante la identificación y el desarrollo de nichos de excelencia tecnológica y de una mayor especialización.

En el entorno actual, donde los mercados son cada vez más globales, la innovación y la tecnología se han convertido en la clave del crecimiento económico de los países. Identificar nuestras fortalezas y las oportunidades que se presentan para las empresas españolas en el exterior es fundamental para centrar los esfuerzos y la colaboración entre éstas y el Ministerio de Defensa.

En las áreas de Defensa y Seguridad disponemos de amplia experiencia y capacidad técnica; y en ellas la industria española tiene grandes oportunidades en nichos de mercado que pueden contribuir al desarrollo de la economía española en un horizonte temporal de entre 5 y 10 años.

Nuestra industria plataformística tiene la capacidad de afrontar proyectos complejos desde su fase de diseño a la de producción, con una calidad y niveles altos de competitividad principalmente en el subsector naval y aéreo.

La demanda de plataformas no tripuladas está en expansión fuera de nuestras fronteras y no sólo para uso militar. Según un informe de la consultora Teal

---

Group, en 10 años las inversiones en UAS (Sistemas Aéreos No Tripulados) pasarán de los casi 3.500 millones de euros actuales a 8.000 millones, de los cuales el 55% se destinará a compras y el resto a programas de investigación. Todo ello llevará consigo la fabricación de casi 30.000 unidades hasta 2020, la mitad de ellas en EEUU.

Las plataformas tripuladas, en la situación actual y con las inversiones a largo plazo que requieren, son el sector que mayores dificultades puede encontrarse, no obstante sigue habiendo oportunidades en el desarrollo de programas de modernización de los sistemas existentes y por otro lado en el fomento del desarrollo de un modelo de negocio basado en la externalización de servicios. Esta alternativa permite que en el actual entorno económico los gobiernos con presupuestos más bajos puedan permitirse acceder a servicios fundamentales para su defensa y seguridad.

Otro de los nichos de mercado en los que la industria nacional cuenta con actores implantados como referencia internacional es en sistemas de simulación, disponiendo de una alta capacidad industrial, con conocimiento y experiencia demostrada y con personal con un altísimo nivel de cualificación. Es importante por tanto para la industria el mantener este liderazgo y trasladar la experiencia adquirida al sector civil. Esta oportunidad entronca directamente con las necesidades de internacionalización descritas previamente.

Contamos también con fortalezas en electrónica, óptica y sensores, con una buena base industrial con alta capacidad de integración en sistemas de guerra electrónica. Concretamente, se ha identificado como una posible oportunidad para la industria, el desarrollo de nuevos sistemas en tecnología multi e hiperespectral. Estos sensores proporcionan mucha información de un gran número de bandas (cientos de canales espectrales), por lo que esta elevada cantidad de imágenes de gran tamaño plantea un importante reto computacional. Para ello, se debe aprovechar la importante experiencia de la industria nacional en fusión de datos y tratamiento de señal. Es precisamente el tratamiento y procesado de la señal el punto de mayor criticidad en la obtención de imágenes mediante estos sensores, y el factor en que se puede obtener mayor valor añadido.

La experiencia nacional en lucha antiterrorista, protección de fronteras, gestión de emergencias, seguridad lógica, inteligencia y sistemas de identificación y comunicación seguros, se combinan con las tecnologías desarrolladas en el ámbito de la Defensa y las importantes inversiones en innovación, lo que ha permitido desarrollar una oferta de referencia en el mercado mundial.

En este sector la industria nacional cuenta con know-how y capacidad industrial en aspectos relacionados con la detección y desactivación de explosivos y de amenazas de carácter nuclear, biológico o químico (NBQ); en sistemas de videovigilancia 3D y de protección de infraestructuras críticas.

---

El interés del Gobierno y la inversión en la vigilancia de nuestras fronteras ha supuesto el impulso del desarrollo de un sistema pionero como el SIVE (Sistema Integrado de Vigilancia Exterior). La experiencia adquirida durante su desarrollo y durante su operación permite que empresas españolas se sitúen en el estado del arte en este tipo de sistemas y sean referentes en las tecnologías asociadas al mismo como redes de sensores radar, sistemas optrónicos, sensores acústicos... de modo que se está exportando este sistema para la protección de países dentro y fuera del ámbito de la Unión Europea.

La inversión en desarrollo ya ha sido realizada y la tecnología es bien conocida, y se plantea la oportunidad de buscar nuevas líneas de negocio que permitan aplicaciones adicionales en aspectos como protección de recursos terrestres y marinos, gestión de tráfico de buques, pesca ilegal, piratería, tareas medioambientales...

■ **La innovación es el camino para garantizar las necesidades operativas de las Fuerzas Armadas y consolidar una base industrial sostenible y competitiva a nivel internacional**

Las nuevas amenazas y la toma de conciencia por parte de la sociedad han contribuido a que las Fuerzas Armadas demanden nuevas capacidades basadas en el desarrollo tecnológico para hacer frente a nuevas misiones y responsabilidades.

Estas nuevas misiones han determinado la definición del Plan de Acción Europeo de las capacidades que identifica las áreas prioritarias de actuación:

- Capacidades que garanticen el despliegue, movilidad y apoyo de las fuerzas de combate, como el transporte estratégico aéreo, marítimo y el reabastecimiento en vuelo.
- Aquellas que proporcionen superioridad en el campo del mando y control, comunicaciones e información; y que a la vez permitan la protección de estos sistemas y la integridad de la información.
- Las que aseguren capacidad de enfrentamiento eficaz, en particular medios de apoyo al combate, munición de precisión y limpieza de minas, con alto grado de interoperabilidad entre las fuerzas y los sistemas.
- Las que proporcionen protección contra ataques nucleares, biológicos, químicos y radiológicos.

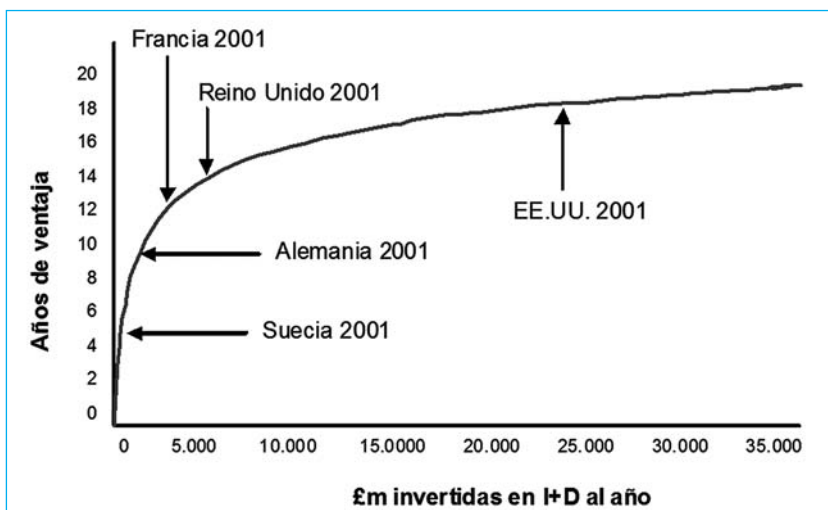
Estas nuevas necesidades hacen que el éxito de las operaciones militares se base, cada vez más, en la capacidad de acceder, manejar e intercambiar grandes cantidades de información, con la máxima fiabilidad, seguridad y rapidez.

---

Es por ello que la innovación cobra cada vez más importancia para garantizar las necesidades operativas de las Fuerzas Armadas. Los autores Andrew Middleton, Steven Bowns, Keith Hartley y James Reid han demostrado con su estudio la estrecha relación que existe entre la inversión en I+D+i en Defensa y la funcionalidad y operatividad de los sistemas y equipamiento desarrollados. El estudio analiza la relación entre la inversión en I+D+i en Defensa y la eficacia de los equipamientos de los ejércitos comparando los datos de diez países (EEUU, Reino Unido, Rusia, Francia, Japón, Italia, Alemania, Australia, España y Suecia), para 69 líneas de productos (sin incluir armamento nuclear), considerando las inversiones realizadas en cada uno de los mercados desde 1951. Presenta los resultados como los años de ventaja relativos del equipamiento de defensa de un ejército frente a los de los demás y se destacan las siguientes conclusiones:

- La capacidad de los sistemas desarrollados para los ejércitos depende significativamente de las inversiones en I+D+i en Defensa realizadas durante los 20 años anteriores.
  - La mejora de calidad derivada del I+D+i militar aplica de modo similar a todos los tipos de equipos de Defensa.
  - El impacto de la inversión en investigación es similar al de la inversión en desarrollo, lo que sugiere que se puede compensar una menor dedicación de recursos a la investigación básica con un aumento de la inversión a medida que se acerca la fecha de puesta en servicio.
  - La velocidad de mejora de la calidad de los equipos a lo largo del tiempo tiende a mantenerse constante, por lo que si permanecen las tasas de inversión a este nivel, la diferencia de calidad de los equipamientos militares entre países también se mantiene constante.
  - Aunque existen programas supranacionales, la calidad de los equipamientos militares de cada país europeo se describe mejor si se considera la inversión individual de cada Estado, debido a los objetivos y requisitos que impone cada Estado a los equipamientos. Sólo sería posible una optimización de la eficiencia de la inversión en I+D+i militar en Europa en el supuesto de que todos los Estados definiesen objetivos y requisitos comunes para los equipamientos.
  - El análisis sugiere que aquellos países cuyos equipos militares proceden predominantemente de compras a empresas norteamericanas, consiguen un material de calidad similar a la que lograrían de acuerdo con la inversión que dedican a I+D+i militar. Las restricciones a la exportación impuestas por EEUU parecen discriminar adecuadamente lo que conviene exportar para ofrecer a los Estados clientes una tecnología similar a la que ellos podrían desarrollar por sí mismos.
  - No hay ejemplos de países que hayan conseguido reducir la latencia (periodo entre la realización de las inversiones en Defensa y la obtención de resultados de mejora de la calidad de los equipamientos).
-





Fuente: 'The Effects of Defence R&D on Military Equipment Quality', Middleton, Burns et al., Defence and Peace Economics Apr 2006.

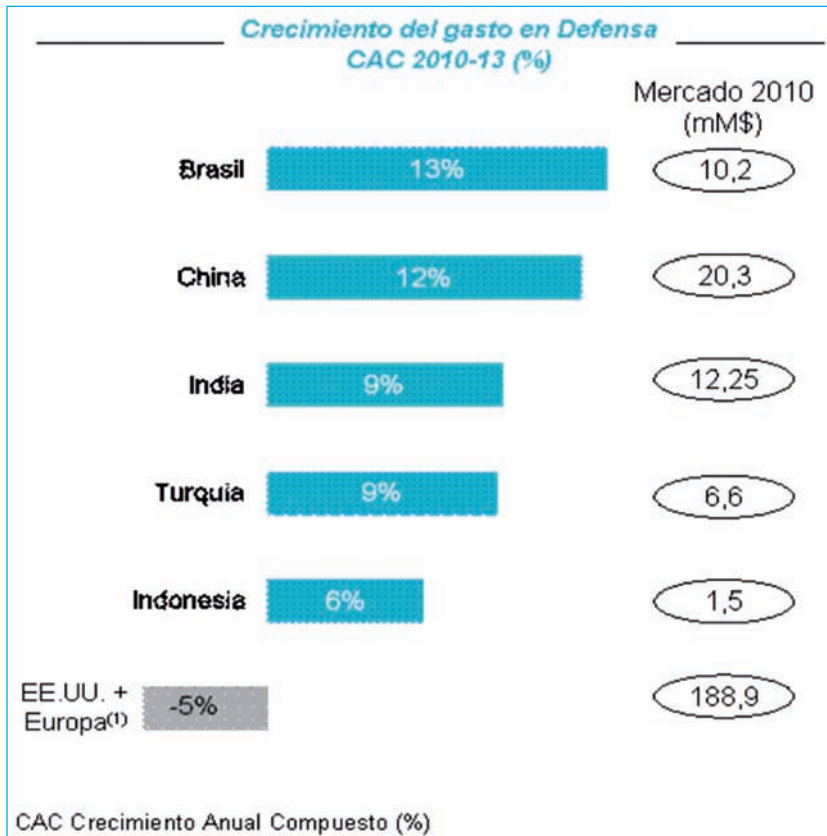
En consecuencia podríamos concluir que una reducción de la inversión en I+D+i en Defensa se traducirá a medio plazo en un deterioro significativo de la calidad relativa del equipamiento de los ejércitos y, probablemente, en una reducción igualmente significativa de la capacidad exportadora de la industria nacional.

Anteriormente hemos expuesto el importante esfuerzo inversor realizado en España para la modernización de las Fuerzas Armadas. Este esfuerzo ha permitido desarrollar unas tecnologías y un sector industrial capaces de dar soporte a las necesidades operativas de nuestros ejércitos y al mismo tiempo competir a nivel internacional.

De hecho, en el momento actual, internacionalizar la industria de Defensa no es una opción, es una necesidad en la que tienen que trabajar conjuntamente el Estado y las empresas líderes. Ambos tenemos que hacer una selección clara de tecnologías críticas para la seguridad nacional; tecnologías por las que estamos dispuestos a apostar en los programas de cooperación; y aquellos nichos que queremos desarrollar para tener capacidad de comercializar en el exterior.

La única forma de entrar en nuevos mercados o incrementar la competitividad de la industria es invirtiendo en I+D+i por ambas partes, Gobierno y empresas, y haciéndolo con visión de largo plazo. No es posible formar profesionales y desarrollar proyectos innovadores de manera intermitente, se necesitan años para lograr niveles óptimos de innovación en las solucio-

nes y servicios que se pretenden exportar, y para conseguir que las personas desarrollen su talento y adquieran la experiencia suficiente como para ser flexibles y adaptarse a las necesidades del entorno. Además son precisamente aquellos países en los que hoy podemos colocar nuestra oferta los que más están progresando en términos de innovación y tecnología, ya sea por sus inversiones en I+D+i, en formación académica o las políticas de retorno industrial como los acuerdos *offset*.



(1) Incluye Alemania, España, EE.UU., Francia, Italia y Reino Unido.

Fuente: Janes (12/2010).

Por tanto, la industria debe redefinir su estrategia de crecimiento para su participación en un mercado internacional muy competitivo, lo que pasa por la inversión en innovación que permitirá que las empresas desarrollen una oferta más competitiva que les permita salir al exterior, principalmente a aquellos mercados donde más está creciendo el gasto, como son los países denominados emergentes.

## ■ GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN UN NUEVO ESCENARIO

### ■ Requisitos para la innovación en el entorno actual

La innovación no depende sólo de que el Gobierno invierta un volumen elevado de recursos. La innovación es la transformación de conocimiento tecnológico en Producto Interior Bruto (PIB). Frente a la mera invención, que da origen a nuevos productos y procesos, la innovación requiere además la comercialización y, por tanto, la participación activa de las empresas. Sin empresas no hay innovación.

Aprovechar las oportunidades de negocio en el entorno actual, donde los mercados son cada vez más globales, como antes hemos visto, implica desarrollar procesos y productos innovadores, y esto no puede hacerse sin un entorno propicio para la innovación lo que requiere cinco elementos principales:

- Disponibilidad de talento.
- Ecosistema favorable.
- Estructura empresarial flexible.
- Marco institucional adecuado.
- Modelos de financiación apropiados.

La innovación es intensiva en talento. Son las personas las que piensan, las que tienen el conocimiento, las que encuentran soluciones y las que transmiten los resultados. Es por tanto que la gestión del talento y su estímulo son requisitos imprescindibles para la innovación.

Todos estos cambios que genera la innovación en procesos y modelos de negocio producen una lógica incertidumbre sobre cuáles serán las capacidades que se demandarán a los profesionales futuros. Por esta razón será imprescindible prestar especial atención a la formación de los estudiantes para que se conviertan en profesionales flexibles, capaces de adaptarse a los futuros requerimientos de las empresas y la sociedad.

Los planes de estudio deben adecuarse a las necesidades de la sociedad en general y de las empresas en particular, siendo imprescindible potenciar uno de los vectores estratégicos de la Universidad: la Transferencia Tecnológica. Los avances tecnológicos reconocidos son una faceta, la más general, que describe el éxito de la cooperación entre la empresa y la Universidad. Pero estos avances tecnológicos deben tener plasmaciones concretas y no quedarse en teorías y han de concretarse en mejoras de productos, procesos y servicios reales que beneficien a la sociedad.

---

Otro aspecto muy relevante derivado de la cooperación es la Vigilancia Tecnológica Colaborativa, entendida como una forma de compartir conocimiento. La Universidad aporta el conocimiento a partir de la investigación básica y de la investigación precompetitiva que no sufre las presiones del mercado. Por su parte, la empresa aporta el conocimiento de la situación del entorno en cuanto a desarrollo tecnológico y posibilidades de comercialización en los mercados.

La importancia del talento en el proceso innovador, y en concreto de las universidades y centros de investigación se muestra en los resultados obtenidos por países como Alemania o Israel.

Alemania invierte el 2,6% de su PIB en I+D+i, lo que le convierte en el tercer país con mayor gasto dentro de las naciones industrializadas. El sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) alemán supone 140 billones de euros y da empleo directo a más de 800.000 personas y 650.000 especialistas en otros sectores. De las 1.000 compañías europeas que más invierten en I+D+i, 206 son alemanas.

Dentro de las medidas de fomento de la innovación en Alemania, destaca el programa EXIST creado en 1997 que tiene como objetivo principal fomentar la creación de empresas, spin-offs, surgidas en el seno de las universidades. Funciona desarrollando redes regionales en las que las universidades colaboran junto a socios externos de ámbito científico, económico y político, desarrollando una oferta conjunta.

EXIST se basa en un concurso de ideas, en el que se exige la participación conjunta de al menos tres socios distintos de una misma región, de los cuales uno debe ser un centro de educación superior. El programa ha introducido un elemento de competitividad entre los que pueden acceder a él, lo que obliga por un lado a los candidatos potenciales a intensificar sus esfuerzos en el diseño de la propuesta y por otro permite concentrar las ayudas en unas pocas regiones en vez de dispersarlas.

El éxito de este programa se ve reflejado en cifras: en su primera fase (5 años) se crearon más de 1.400 empresas. El 91% de los emprendedores admitieron haber sacado provecho del programa, principalmente de asesoramiento empresarial; y además se ha incluido en los planes de estudios asignaturas y cátedras sobre la creación de empresas.

Otra muestra de un Gobierno promotor de la innovación es Israel. Este país se encuentra entre los primeros mundiales en desarrollo tecnológico y en la creación de empresas competitivas a nivel global, con más de un tercio de su industria en sectores de alta tecnología. Para un país tan pequeño como Israel su mayor activo son las personas por lo que es de los países del mundo que

---

más invierte en educación; si a ello unimos sus circunstancias geopolíticas que orientan gran parte de su gasto a la Defensa, nos encontramos con un país con una pujante industria electrónica, aeroespacial, de sistemas de seguridad y de biotecnología que vende sus avanzados desarrollos en todo el mundo.

Destaca el sistema científico tecnológico de Israel, que está caracterizado por su excelencia y la explotación de los resultados de la investigación, como son el Weizmann Institute of Science que es reconocido como uno de los principales centros de investigación mundial en el campo de las ciencias y el Technion, Israel Institute of Technology, que es la principal fuente de formación de científicos e ingenieros que representan el 70% de los fundadores y gestores de las industrias de alta tecnología del país.

Las nuevas empresas que surgen de las innovadoras ideas que nacen en los centros de investigación y las universidades son apoyadas por un sistema de incubadoras, que cuentan con una gestión público privada durante los primeros años y que suelen participar en la propiedad de las empresas. Estas incubadoras además les facilitan servicios avanzados de gestión y, muy especialmente, de marketing internacional, contactos, proyección y mentalidad global del negocio, ya que son conscientes de que el conocimiento técnico y científico, son diferentes del empresarial.

Continuando con los requerimientos que tiene la innovación debemos ser conscientes de que las empresas, los países y las economías en general, no son entes aislados, conviven entre si y se interrelacionan. Los agentes que las componen a su vez también interaccionan entre si, por tanto no se pueden desarrollar organizaciones innovadoras que no estén sustentadas por clientes, proveedores y gobiernos capaces de aceptar los cambios y contribuir a su desarrollo. Coexistir con clientes exigentes, con proveedores de calidad y también con competidores de primer nivel, en un marco institucional adecuado sustenta los avances innovadores de las empresas.

En este sentido es de interés el desarrollo de centros tecnológicos. Los centros tecnológicos son organismos de investigación publico-privados sin ánimo de lucro que disponen de los recursos materiales y humanos propios necesarios para la realización de actividades destinadas tanto a la generación de conocimiento tecnológico como a facilitar su explotación. Esto se hace por empresas existentes o mediante la generación de nuevas iniciativas empresariales y su éxito se mide en función de la mejora competitiva de las empresas y de su contribución al desarrollo económico de su entorno.

Los centros tecnológicos son el instrumento que puede ayudar y potenciar la innovación en la industria de Defensa, deben convertirse en los polos de la innovación del sector, ser el tractor bidireccional entre los ámbitos de Defensa

---

y el civil, así como ser el espacio que facilite la colaboración publico-privada. Sería muy positivo que los centros tecnológicos se estructurasen en una red que permita que cada centro se especialice en una temática (funcional y/o tecnológica) que posibilite el conocimiento en profundidad y dominio de un ámbito; y que además permita establecer sinergias y complementariedad entre centros.

La estructuración de los centros de este modo permitiría resolver la pérdida de conocimiento de algunas capacidades en el sector de Defensa, así como la optimización de recursos y presupuestos, debido a la dispersión existente.

Otro elemento clave en el fomento de la innovación son las políticas orientadas a la protección y promoción de las ideas. Protección en el sentido de asegurar al innovador que su producto o proceso no será copiado, aunque se sea consciente de que resulta en este ámbito muy difícil impedir que sea imitado. Promoción facilitando los trámites administrativos, reduciendo las tasas a la creación de nuevas empresas y premiando a las más innovadoras.

**■ La eficiente definición y priorización de capacidades clave exige profundizar en la colaboración entre el cliente y el sector industrial**

Como se acaba de exponer, incentivar la innovación y desarrollar las mayores capacidades tecnológicas de nuestra industria, no depende sólo de las empresas o del Gobierno, requiere la participación conjunta de ambos. En el escenario actual, es preciso que la industria nacional y Defensa estrechen su colaboración para establecer prioridades de adecuación tecnológica e industrial en línea con el planeamiento de necesidades futuras de nuestros ejércitos, y a la vez ser más eficientes en la producción de soluciones y el desarrollo de capacidades.

Por ello, la Secretaría de Estado de Defensa (SEDEF) apuesta por la cooperación industrial como herramienta de política industrial en beneficio de las empresas de Defensa y Seguridad españolas y asume el liderazgo para potenciarla estableciendo los mecanismos que la propicien. Las líneas futuras de actuación del Ministerio de Defensa en lo que a esto se refiere están enfocadas, principalmente, a desarrollar la participación de las pequeñas y medianas empresas, potenciar iniciativas tecnológicas armonizadas con la estrategia industrial global española, y a garantizar una participación la industria española en programas internacionales de colaboración industrial, principalmente en actividades de diseño, desarrollo, producción y apoyo logístico integrado.

En el Plan Integral de Política Industrial 2020 aprobado en diciembre de 2010 se plantean diversas iniciativas que tienen por objeto potenciar y desarrollar una base industrial y tecnológica nacional moderna y competitiva. Entre estas iniciativas se encuentran:

---

- Elaboración de una Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) a través de la Secretaría de Estado de Defensa con el objeto de identificar las necesidades de desarrollo y adquisición de las tecnologías de futuro necesarias y prioritarias para las Fuerzas Armadas y establecer una referencia pública a largo plazo respecto a las actividades de I+D+i de aplicación a Defensa.
- Otra iniciativa se centra en proporcionar financiación de programas de innovación tecnológica en el sector de la Defensa. Dado el papel de liderazgo que la industria de Defensa juega en el desarrollo tecnológico y la innovación del tejido industrial en general, el Ministerio de Industria Turismo y Comercio colabora con el Ministerio de Defensa en la prefinanciación de este tipo de programas. Se trata de proporcionar financiación anticipada para el desarrollo, por parte de la industria de Defensa establecida en España, de proyectos de interés estratégico por su contenido innovador, por su complejidad tecnológica y/o por realizarse en un ámbito de cooperación internacional.

Ambas iniciativas constituyen avances en la dirección adecuada que cuentan con el apoyo de todo el sector y que siguen los pasos llevados a cabo por otros países de nuestro entorno.

Un claro ejemplo ilustrativo de la definición de necesidades, capacidades y tecnologías adecuadas a éstas, es el estudio del Ministerio de Defensa británico, *Defence Technology Strategy for the demand of the 21<sup>st</sup> century*.

El Ministerio de Defensa del Reino Unido consideró que las amenazas que se ciernen sobre este país son cada vez más inciertas y cambiantes, y que para hacer frente a ellas se precisa de una capacidad de respuesta de evolución rápida, tanto en el sentido táctico como tecnológico. En este documento no sólo se definen cuales son las tecnologías críticas para la nuevas necesidades de las Fuerzas Armadas y para la soberanía del país, sino que además se analiza cuáles de ellas han de ser desarrolladas por su industria local y cuáles son susceptibles de ser importadas, así como las oportunidades de colaboración que interesaría explotar con la industria, la Universidad y algunos países aliados.

El estudio reconoce además el papel estratégico que tiene el desarrollo y el seguimiento de las políticas en I+D+i para asegurar la identificación y progreso de estas tecnologías críticas, y la inversión en este concepto por parte del Gobierno en el largo plazo. Como se ha mostrado anteriormente en el análisis de los autores Andrew Middleton, Steven Bowns, Keith Hartley y James Reid, el Ministerio de Defensa británico también es consciente de la correlación entre inversión en I+D+i y las ventajas en el desarrollo de equipos avanzados que permitan responder a las necesidades futuras de la defensa y seguridad nacionales. En relación con esta idea, el reto está en decidir la proporción adecuada en la que invertir el presupuesto en I+D+i del Ministerio de Defensa, entre

---

las nuevas tecnologías o el desarrollo de capacidades de defensa basadas en tecnologías ya existentes.

Como muestra de los resultados del estudio a continuación se muestra un extracto del resumen de tecnologías prioritarias identificadas por el Ministerio de Defensa británico así como una propuesta de cuál es el papel que debe jugar la industria nacional en el desarrollo de la tecnología frente a otras industrias no nacionales en aras de preservar los intereses estratégicos del Reino Unido.

### Extracto del resumen de tecnologías prioritarias del Ministerio de Defensa británico

Función	Tecnologías prioritarias	Ruta de suministro de tecnología	
		Soberano	Colaboración
Campana, operaciones, gestión y planificación de misiones, gestión en escenarios de operaciones.	Calculo, soporte a la decisión, consciencia de situación, entrega, interfaz, fecha de utilización, herramientas de gestión de riesgos y activos.	Definición de requerimientos, inteligencia de cliente, experimental y calculo, utilización y fusión de datos, entendimiento de interfaces y algoritmos.	Implementación de algoritmos
Conceptos, diseño e integración.	Integración de sistemas y plataformas, herramientas de calculo.	Diseño, garantía de seguridad incluyendo marítima y aeronavegabilidad.	Validación de herramientas, integración.
Simulación, modelización, aceptación, certificación y garantía.	Sistemas TLOM (Capacidad de administración integral) y sintéticos/ modelización de entornos, garantía de accesibilidad, diseño, especificaciones de interfaz. Modelización de desempeño, soporte a operaciones.	Acceso a capacidades, inteligencia de cliente, metodología.	Explorando colaboración en varias áreas.
Procesis y tecnologías RF incluyendo modulos de recepción y transmisión.	Tecnologías y técnicas de procesamiento de vanguardia incluyendo capacidades manufactureras.	Investigación, diseño, desarrollo, modificación, mantenimiento y evaluación, manufactura e integración de tecnologías en sistemas radar.	Desarrollo tecnológico/ madurez. Cargas compactas por RF para supervivencia táctica.
Sensores electro-ópticos y otros. Medidas y contramedidas de protección EO.	Detectores de alto rendimiento, aparatos de protección maximización de la innovación para generar nuevos acercamientos a la explotación.	Capacidad de diseño, evaluación, manufactura e integración de sistemas.	Tecnologías de control de haz y acceso a Reino Unido.

Fuente: *Defence Technology Strategy for the demand of the 21st century*. Ministerio de Defensa británico.



## ■ APOYO PÚBLICO A LA INNOVACIÓN Y NUEVOS MODELOS DE FINANCIACIÓN

Como se ha mencionado el desarrollo de la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) permite establecer las áreas prioritarias en un horizonte tecnológico de largo plazo. Esta estrategia se debe ver soportada por la implementación de las nuevas políticas de apoyo público a la innovación definidas en la estrategia para la economía sostenible y en el Plan Integral de Política Industrial 2020.

El Gobierno de España en diciembre de 2009 dio un paso adelante en su asunción de elemento tractor para el impulso de la innovación, al aprobar la Estrategia para la Economía Sostenible que descansa en la convicción de que es necesario acelerar la transformación del modelo productivo y contiene una amplia serie de medidas de política económica, tanto de carácter macroeconómico como microeconómico, así como de aspectos medioambientales y sociales, que en su conjunto configuran un nuevo entorno para el desarrollo de actividades innovadoras.

La Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación desarrolla el nuevo marco normativo para el fomento y coordinación de la investigación científica y técnica y la promoción de la innovación. El texto responde a tres grandes retos: el diseño de una carrera científica basada en el mérito, estable y previsible; la necesidad de un sistema de I+D+i más eficiente y eficaz; y el desarrollo de una verdadera sociedad del conocimiento y el impulso de una economía más sostenible.

El proyecto de ley sanciona la existencia de la Estrategia Estatal de Innovación y constituye el soporte jurídico para su desarrollo. La Estrategia se define como el marco de referencia plurianual en el que se definirán los elementos e instrumentos disponibles al servicio del cambio del modelo productivo, con el objetivo de transformar la economía española en una economía basada en la innovación.

El proyecto de ley potencia la transferencia de los resultados de la actividad investigadora, facilitando que los centros de investigación puedan transferir conocimientos al sector privado y fomentando la cooperación de los agentes públicos y privados a través de la participación en empresas innovadoras de base tecnológica. Además, se impulsa la articulación de mecanismos que permitan una tramitación preferente de las solicitudes de patentes relativas a los objetivos de sostenibilidad a los que se refiere la ley, y se establece una reducción del 18 por ciento en tres años, de diversas tasas en materia de propiedad industrial. En materia fiscal, se incrementa del 8 al 12 por ciento la deducción de las actividades de innovación tecnológica en el Impuesto sobre Sociedades.

---

Si bien es cierto que las políticas fiscales son necesarias para el desarrollo de proyectos emprendedores es, por otra parte imprescindible, agregar la demanda de oportunidades de innovación tecnológica en los diferentes ámbitos de las Administraciones Públicas de forma que surjan proyectos de suficiente escala y tamaño para servir de estímulo a la inversión empresarial en proyectos de innovación.

### ■ Nuevos modelos de financiación de la I+D+i

Como hemos analizado anteriormente, las circunstancias actuales poco tiene que ver con las de hace escasos años. El sector de la Defensa entre 1996 y 2007 alcanzó una inversión de 4.000 millones anuales, financiada al 50% con créditos del Ministerio de Industria, lo que generó un crecimiento sin precedentes, y un importante déficit para Defensa. Por esta razón la industria de Defensa debe buscar nuevos modelos de financiación que mantengan los niveles operativos y de innovación exigidos. Entre los nuevos modelos de financiación podemos destacar cuatro:

- *Compra Pública Innovadora (CPI)*

El sector público español, al igual que el del resto de países del mundo, se enfrenta a importantes retos tanto económicos como sociales. La sociedad demanda nuevos servicios públicos, una mayor calidad en los ya existentes y todo ello con una utilización más eficiente de los recursos disponibles. Estos retos precisan respuestas adecuadas por parte de los gobiernos y, en muchos casos, las acciones necesarias para afrontar estos desafíos son tan exigentes desde el punto de vista científico y tecnológico que requieren importantes inversiones en I+D+i.

El sector público puede contribuir de forma muy destacada al incremento de la I+D+i nacional y de la competitividad empresarial mediante la adopción de estrategias de compras públicas de tecnología innovadora (también llamada contratación pre-comercial), que impulse y complemente los programas públicos de apoyo a la I+D+i empresarial para servicios de I+D+i que buscan desarrollar nuevas aplicaciones o soluciones innovadoras todavía no disponibles comercialmente.

Pero a pesar de la flexibilidad que la legislación ofrece en materia de contratación pública desde 2007, lo cierto es que en España no se aprovecha todavía suficientemente este tipo de compras.

En la Estrategia Estatal de Innovación del Ministerio de Ciencia e Innovación la compra pública innovadora girará en torno a unos mercados identificados como prioritarios o singulares.

---

- La economía de la salud, la economía asistencial y todo el despliegue tecnológico e innovador que conlleva.
- La economía verde del medio ambiente, de las energías, de igual manera con todas las necesidades tecnológicas y de investigación que abarcan.
- La industria de la ciencia.
- La modernización de la administración, como elemento clave que debe contribuir al cambio del modelo productivo.
- Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, el Turismo y Defensa, que además cuentan con programas específicos de I+D+i.

Así mismo, la Estrategia Estatal de Innovación indica que fomentará las compras poniendo especial atención en las pequeñas y medianas empresas innovadoras. Estas compras públicas con componente innovador contaron con 1.700 millones de euros de presupuesto en 2010.

El Ministerio de Defensa, ha potenciado siempre la componente innovadora en sus licitaciones con el objetivo de crear, fortalecer y disponer de un ecosistema de empresas innovadoras en el sector. Este modelo de licitación que potencia la innovación ha sido una de las fuentes en las cuales se ha basado la Administración General del Estado para la definición de la CPI.

- *Externalización*

En España, para las empresas del sector se han abierto expectativas de nuevas oportunidades de negocio desde la promulgación de la Revisión Estratégica de la Defensa, donde se señalaba claramente como uno de sus objetivos que «para optimizar el rendimiento del personal militar en la dedicación a sus cometidos profesionales específicos, se le liberará de aquellas tareas que puedan ser realizadas eficazmente por empresas especializadas, mediante la externalización», que hoy en día y a pesar de ciertos esfuerzos y casos implantados, no se han materializado en las realidades que en todo su ámbito se esperaban. Concretamente para las Fuerzas Armadas, el objetivo debería tender a la optimización del recurso humano mediante la externalización de servicios, liberando al personal operativo de tareas susceptibles de ser realizadas por empresas especializadas.

No hay duda que se ha avanzado en la externalización de ciertos servicios logísticos o de apoyo a las Fuerzas Armadas como parte integrante de la administración, iniciándose este proceso con la externalización del transporte, la alimentación, el mantenimiento de infraestructura, la seguridad de las instalaciones, sanidad, etc., con resultados bastante satisfactorios.

En ningún momento se es favorable a una externalización por una mejora del saber hacer ya que el Ministerio, a través de las Direcciones de Mantenimiento de los Ejércitos, sostiene eficazmente los medios de que dispone al nivel que

---

los presupuestos permiten, además los ejércitos son capaces de responder con cierta inmediatez a cualquier situación. Pero en la situación actual y de futuro muy cercano ya, los problemas existentes de costes, personal y nuevos sistemas/tecnologías hacen que se deba considerar ya como prioritaria la externalización a corto, medio y largo plazo.

Esta exigencia de la externalización en el mantenimiento de los Sistemas de Armas, viene por tanto condicionada por la aceleración de la evolución y encarecimiento de los sistemas que hace cada vez más difícil para las Fuerzas Armadas mantener la autonomía tecnológica necesaria para asegurar el adecuado soporte a los mismos, junto con la escasez de recursos disponibles en los ejércitos.

Otra de las mejoras que intuitivamente aparecen son las relativas a las capacidades de mantenimiento que están duplicadas o en algunos casos triplicadas entre las industrias fabricantes, las empresas que realizan actividades de mantenimiento y las propias Fuerzas Armadas. Lógico será pensar que la concentración de las actividades en empresas especializadas supondrá una mejora de la gestión empresarial y, por qué no, un ahorro de costes si esas capacidades se pueden también utilizar fuera del citado ámbito y se ofrecen para otros clientes que lo necesiten.

Todos asumimos que las actividades de mantenimiento constituyen uno de los negocios potenciales de la externalización, sin embargo deben tenerse en cuenta diversos factores y elementos para dimensionar la posible aplicación de la externalización al mantenimiento.

Las razones que llevan a esa conclusión son repetidas y conocidas como: la profesionalización, la participación en operaciones internacionales, la disminución de efectivos que se deben dedicar al núcleo duro de la actividad de las Fuerzas Armadas, la existencia de tecnologías que se renuevan rápidamente, etc.

Es decir el sector industrial de Defensa tiene la entidad suficiente y la capacidad tecnológica necesaria para abordar con garantías un proceso de externalización del apoyo logístico de los sistemas de armas de las Fuerzas Armadas. Está claro, que la participación de las empresas del sector de Defensa en el desarrollo y producción de los principales sistemas de armas de nuestras Fuerzas Armadas y las capacidades demostradas en el sostenimiento de la práctica totalidad de los que están actualmente en servicio, demuestra de forma convincente la capacidad del sector para asumir el apoyo industrial al ciclo de vida de los estos sistemas.

- *Financiación a riesgo*

Los efectos positivos que tiene la financiación a riesgo de las empresas están respaldados por varios estudios, con cifras que concluyen que el grado de acti-

---

vidad de capital riesgo en un sector aumenta de manera significativa el número de productos patentados.

La financiación a riesgo es un instrumento de apoyo importante a la innovación tecnológica en el sector de la Defensa.

Se trata de aportaciones reembolsables desde el Gobierno a empresas del sector de Defensa para desarrollo de proyectos de I+D+i industriales cualificados relacionados con Programas de Adquisiciones de Defensa. Las empresas contratistas comienzan a devolver el crédito en función del cumplimiento del plan de explotación previsto. Este sistema de financiación es el más abierto y flexible que se aplica y por ello es el que precisa más controles por parte de la Administración, para que los resultados se mantengan alineados con la dirección y objetivos establecidos en el momento en el que se otorgaron los recursos.

- *Colaboración Público Privada (CPP)*

La innovación es fruto del conocimiento compartido, por lo que resulta conveniente la adopción de medidas que permitan crear *clusters* de innovación colaborativa de modo que se articulen los mecanismos de transferencia entre el ámbito público y el privado, incentivando la participación de los investigadores en proyectos empresariales. También es importante facilitar la cooperación internacional y la transferencia tecnológica, lo que requiere de soluciones globales y una cooperación internacional más fuerte.

La ley de Economía Sostenible promueve la cooperación de los agentes públicos con el sector privado a través de la participación en empresas innovadoras de base tecnológica, y participación en el capital de sociedades mercantiles de titularidad privada de los Organismos Públicos de Investigación.

Por otro lado mediante iniciativas de colaboración, el sector público puede recurrir al privado para proveerse de servicios más allá de la externalización o la compra de equipos.

El Ministerio de Defensa para aprovechar la mayor eficiencia del sector privado y transferir el riesgo de sus operaciones, y de este modo embarcarse en grandes proyectos innovadores paga periódicamente a empresas privadas por la obtención de servicios extendidos en el tiempo que requieren la inversión en infraestructuras sufragadas por la empresa. La empresa suministradora en ocasiones se constituye por la unión de distintas sociedades que explotan sus ventajas.

Como muestra de este tipo de acuerdos es el que se ha alcanzado entre el Ejército del Aire e Indra para cogestionar la explotación comercial de su Centro de Simulación de Paracaidismo en Alcantarilla (CESIPAL), en Murcia, mediante

---

el denominado modelo de Colaboración Público Privada. El Ejército del Aire aprovecha así el excedente de horas no utilizadas para comercializarlas entre Fuerzas Armadas extranjeras y paracaidistas profesionales, para fomentar el paracaidismo en el mundo civil. Indra aporta su amplia red comercial y las capacidades empresariales.

Asimismo, en relación a la creación y consolidación de nuevas Empresas de Base Tecnológica (EBT) en España cabe destacar la iniciativa NEOTEC del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Una Empresa de Base Tecnológica es una empresa cuya actividad se centra en la explotación de productos o servicios que requieran el uso de tecnologías o conocimientos desarrollados a partir de la actividad investigadora. Las EBT basan su estrategia de negocio o actividad en el dominio intensivo del conocimiento científico y técnico. Las ayudas NEOTEC se dirigen a nuevas Empresas de Base Tecnológica con categoría de pequeña empresa y con menos de 6 años de antigüedad. Estas ayudas cumplen los requisitos de las ayudas a empresas jóvenes e innovadoras del marco comunitario sobre ayudas estatales de investigación y desarrollo e innovación.

## ■ CONCLUSIONES

A lo largo del capítulo hemos expuesto la importancia de la labor de innovación que el sector de Defensa lleva a cabo. Esta labor no sólo da soporte a las necesidades operativas de las Fuerzas Armadas sino que es también un motor para la mejora de la capacidad competitiva de la industria y, debido a su relevante carácter tractor, de la economía española.

Es indiscutible que la situación económica y las restricciones presupuestarias en el ámbito de Defensa, obligan a focalizar los esfuerzos en áreas clave y a optimizar la colaboración público privada para optimizar el esfuerzo inversor. Circunstancias que además nos han llevado a la consolidación de las industrias del sector para alcanzar la adecuada dimensión tecnológica, comercial y financiera les permita competir tanto a nivel internacional.

Hemos visto que hoy internacionalizar la industria de Defensa no es una opción, es una necesidad en la que tienen que trabajar conjuntamente el Estado y las empresas líderes. Para este proceso se hace necesario hacer una selección clara de tecnologías críticas para la seguridad nacional; tecnologías por las que se está dispuesto a apostar en los programas de cooperación; y aquellos nichos que desarrollar para tener capacidad de comercializar en el exterior.

Es preciso que la industria nacional y Defensa estrechen su colaboración para establecer prioridades de adecuación tecnológica e industrial en línea con el

---

planeamiento de necesidades futuras de nuestros ejércitos, y a la vez ser más eficientes en la producción de soluciones y el desarrollo de capacidades. Por esta razón la industria de Defensa debe buscar nuevos modelos de financiación que mantengan los niveles operativos y de innovación exigidos.

Por un lado el sector público puede contribuir de forma muy destacada al incremento de la I+D+i nacional y de la competitividad empresarial mediante la adopción de estrategias de compras públicas de tecnología innovadora

Por otro las Fuerzas Armadas, deberían tender a la optimización del recurso humano mediante la externalización de servicios, liberando al personal operativo de tareas susceptibles de ser realizadas por empresas especializadas.

Otro de los modelos a adoptar es el de la financiación a riesgo como un instrumento de apoyo importante a la innovación tecnológica en el sector de la Defensa.

En la medida en que la innovación es fruto del conocimiento compartido, resulta conveniente la adopción de medidas que permitan crear *clusters* de innovación colaborativa de modo que se articulen los mecanismos de transferencia entre el ámbito público y el privado, incentivando la participación de los investigadores en proyectos empresariales.

Los modelos de colaboración expuestos plantean opciones que no son excluyentes sino complementarias en la estrategia de mantener un esfuerzo inversor suficiente e incrementar la eficiencia del gasto. Se trata de modelos que, en mayor o menor medida, ya han comenzado a implantarse y a dar sus frutos pero cuyo uso es conveniente desarrollar y potenciar por el bien de nuestras Fuerzas Armadas, la industria española de Defensa y la economía española.

## COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

- Coordinador:** **D. JULIÁN GARCÍA VARGAS**  
*Presidente de la Asociación Española de Empresas Tecnológicas de la Defensa, Aeronáutica y Espacio (TEDAE). Ministro de Defensa de 1991 a 1995*
- Vocal Secretaria:** **Dña. BLANCA PALACIÁN DE INZA**  
*Analista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*
- Vocales:** **D. JOSÉ MANUEL SANJURJO JUL**  
*Director de Relaciones Institucionales de Navantia y académico de la Real Academia de Ingeniería*
- D. MANUEL PEREIRA RUEDA**  
*Contralmirante del Cuerpo de Ingenieros de la Armada en la Reserva, ex subdirector general de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa*
- D. ARTURO ALFONSO MEIRIÑO**  
*Coronel del Ejército del Aire  
Subdirector general de Relaciones Internacionales de la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa*
- D. MANUEL GARCÍA RUIZ**  
*Director de Apoyo al Desarrollo Industrial de ISDEFE*
- D. LUIS MAYO MUÑIZ**  
*Presidente y consejero Delegado de TECNOBIT S.L.u.*
- D. CARLOS D. SUÁREZ PÉREZ**  
*Director general y responsable de las áreas de Defensa y Espacio de INDRA*



## ÍNDICE

	<u>Página</u>
<b>SUMARIO</b> .....	7
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	9
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<i>Capítulo I</i>	
<b>LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA COMO FACTOR ESTRATÉGICO DIFERENCIADOR EN EL SIGLO XXI</b> .....	23
Introducción .....	25
El escenario, interpretando las tendencias .....	27
El escenario tecnológico, inmersos en una era de cambio .....	30
Tecnología, innovación y posición estratégica en el siglo XXI .....	36
Tecnología y posición estratégica militar .....	43
Nuevas tecnologías, nuevas amenazas .....	58
Corolario y reflexiones finales .....	60
<i>Capítulo II</i>	
<b>LA INNOVACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO DE DEFENSA</b> .....	67
Introducción .....	69
Entorno muy cambiante e incierto .....	70
La necesidad de un criterio tecnológico propio: la gestión de I+D en defensa .....	79
La Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa .....	94
Conclusiones .....	102
<i>Capítulo III</i>	
<b>LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EUROPA DE LA DEFENSA</b> .....	105
Introducción .....	109
Las capacidades militares como marco de referencia de la investi- gación y la tecnología en la UE .....	113

La Estrategia europea de investigación y tecnología en defensa .....	123
La investigación europea en defensa: búsqueda de sinergias .....	131
Conclusiones .....	135

*Capítulo IV*

<b>BENEFICIOS DE LA COOPERACIÓN INDUSTRIAL. LOS PROGRAMAS DEL MINISTERIO DE DEFENSA ESPAÑOL Y SU FUTURO .....</b>	<b>139</b>
---	------------

Introducción .....	141
Política de cooperación industrial del Ministerio de Defensa .....	142
Fortalecimiento y consolidación de sectores industriales y tecnológicos de carácter estratégico para la Defensa .....	144
Obtención de autosuficiencia en el apoyo logístico integrado de los sistemas de defensa adquiridos .....	146
Accesos a mercados internacionales de Defensa .....	147
Valoración de la transferencia de tecnología .....	148
Aspectos cuantitativos .....	149
Aspectos cualitativos .....	150
Líneas de actuación futuras .....	150
Resultados cualitativos .....	151
Anexo I: Principales áreas tecnológicas obtenidas a través de los acuerdos de cooperación industrial .....	153
Anexo II : Centros de mantenimiento y servicio .....	156

*Capítulo V*

<b>NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN NUEVOS ESCENARIOS DE CONFLICTO: CAPACIDADES ESPAÑOLAS</b> .....	<b>161</b>
--	------------

Introducción .....	163
Los nuevos escenarios de seguridad: el mundo después del 11-S ..	164
El nuevo paradigma de la Defensa en el siglo XXI .....	167
Nuevas demandas tecnológicas en los escenarios de conflicto del siglo XXI .....	168
Capacidades de la industria española para responder a las necesidades de la Defensa en el siglo XXI .....	172
Estrategias de I+D+i industriales para hacer frente a la nueva demanda tecnológica .....	177
Colaboración público-privada en el desarrollo de las capacidades nacionales .....	184
Conclusiones .....	188

*Capítulo VI*

<b>IMPULSO A LA INNOVACIÓN. COLABORACIÓN DE ESTADO Y EMPRESAS .....</b>	<b>191</b>
Innovación y competitividad .....	193
Gestión de la innovación y la tecnología en un nuevo escenario .....	202
Apoyo público a la innovación y nuevos modelos de financiación ..	208
Conclusiones .....	213
<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO .....</b>	<b>215</b>

## ■ CUADERNOS DE ESTRATEGIA

Nº	TÍTULO
*01	La industria alimentaria civil como administradora de las FAS y su capacidad de defensa estratégica
*02	La ingeniería militar de España ante el reto de la investigación y el desarrollo en la Defensa Nacional
*03	La industria española de interés para la defensa ante la entrada en vigor del Acta Única
*04	Túnez: su realidad y su influencia en el entorno internacional
*05	La Unión Europea Occidental (UEO) (1955-1988)
*06	Estrategia regional en el Mediterráneo Occidental
*07	Los transportes en la raya de Portugal
*08	Estado actual y evaluación económica del triángulo España-Portugal-Marruecos
*09	Perestroika y nacionalismos periféricos en la Unión Soviética
*10	El escenario espacial en la batalla del año 2000 (I)
*11	La gestión de los programas de tecnologías avanzadas
*12	El escenario espacial en la batalla del año 2000 (II)
*13	Cobertura de la demanda tecnológica derivada de las necesidades de la Defensa Nacional
*14	Ideas y tendencias en la economía internacional y española
*15	Identidad y solidaridad nacional
*16	Implicaciones económicas del Acta Única 1992
*17	Investigación de fenómenos belígenos: Método analítico factorial
*18	Las telecomunicaciones en Europa, en la década de los años 90
*19	La profesión militar desde la perspectiva social y ética
*20	El equilibrio de fuerzas en el espacio sur europeo y mediterráneo
*21	Efectos económicos de la unificación alemana y sus implicaciones estratégicas

Nº	TÍTULO
*22	La política española de armamento ante la nueva situación internacional
*23	Estrategia finisecular española: México y Centroamérica
*24	La Ley Reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional (cuatro cuestiones concretas)
*25	Consecuencias de la reducción de los arsenales militares negociados en Viena, 1989. Amenaza no compartida
*26	Estrategia en el área iberoamericana del Atlántico Sur
*27	El espacio económico europeo. Fin de la guerra fría
*28	Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (I)
*29	Sugerencias a la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)
*30	La configuración de Europa en el umbral del siglo XXI
*31	Estudio de “inteligencia operacional”
*32	Cambios y evolución de los hábitos alimenticios de la población española
*33	Repercusiones en la estrategia naval española de aceptarse las propuestas del Este en la CSBM, dentro del proceso de la CSCE
*34	La energía y el medio ambiente
*35	Influencia de las economías de los países mediterráneos del norte de África en sus respectivas políticas defensa
*36	La evolución de la seguridad europea en la década de los 90
*37	Análisis crítico de una bibliografía básica de sociología militar en España. 1980-1990
*38	Recensiones de diversos libros de autores españoles, editados entre 1980-1990, relacionados con temas de las Fuerzas Armadas
*39	Las fronteras del Mundo Hispánico
*40	Los transportes y la barrera pirenaica
*41	Estructura tecnológica e industrial de defensa, ante la evolución estratégica del fin del siglo XX
*42	Las expectativas de la I+D de Defensa en el nuevo marco estratégico

- \*43 Costes de un ejército profesional de reclutamiento voluntario. Estudio sobre el Ejército profesional del Reino Unido y (III)
- \*44 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (II)
- \*45 Desequilibrios militares en el Mediterráneo Occidental
- \*46 Seguimiento comparativo del presupuesto de gastos en la década 1982-1991 y su relación con el de Defensa
- \*47 Factores de riesgo en el área mediterránea
- \*48 Las Fuerzas Armadas en los procesos iberoamericanos de cambio democrático (1980-1990)
- \*49 Factores de la estructura de seguridad europea
- \*50 Algunos aspectos del régimen jurídico-económico de las FAS
- \*51 Los transportes combinados
- \*52 Presente y futuro de la Conciencia Nacional
- \*53 Las corrientes fundamentalistas en el Magreb y su influencia en la política de defensa
- \*54 Evolución y cambio del este europeo
- \*55 Iberoamérica desde su propio sur (La extensión del Acuerdo de Libre Comercio a Sudamérica)
- \*56 La función de las Fuerzas Armadas ante el panorama internacional de conflictos
- 57 Simulación en las Fuerzas Armadas españolas, presente y futuro
- \*58 La sociedad y la Defensa Civil
- \*59 Aportación de España en las Cumbres Iberoamericanas: Guadalajara 1991-Madrid 1992
- \*60 Presente y futuro de la política de armamentos y la I+D en España
- 61 El Consejo de Seguridad y la crisis de los países del Este
- \*62 La economía de la defensa ante las vicisitudes actuales de las economías autonómicas
- 63 Los grandes maestros de la estrategia nuclear y espacial

- \*64 Gasto militar y crecimiento económico. Aproximación al caso español
- \*65 El futuro de la Comunidad Iberoamericana después del V Centenario
- \*66 Los estudios estratégicos en España
- \*67 Tecnologías de doble uso en la industria de la defensa
- \*68 Aportación sociológica de la sociedad española a la Defensa Nacional
- \*69 Análisis factorial de las causas que originan conflictos bélicos
- \*70 Las conversaciones internacionales Norte-Sur sobre los problemas del Mediterráneo Occidental
- \*71 Integración de la red ferroviaria de la península Ibérica en el resto de la red europea
- \*72 El equilibrio aeronaval en el área mediterránea. Zonas de irradiación de poder
- \*73 Evolución del conflicto de Bosnia (1992-1993)
- \*74 El entorno internacional de la Comunidad Iberoamericana
- \*75 Gasto militar e industrialización
- \*76 Obtención de los medios de defensa ante el entorno cambiante
- \*77 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) de la Unión Europea (UE)
- \*78 La red de carreteras en la península Ibérica, conexión con el resto de Europa mediante un sistema integrado de transportes
- \*79 El derecho de intervención en los conflictos
- \*80 Dependencias y vulnerabilidades de la economía española: su relación con la Defensa Nacional
- \*81 La cooperación europea en las empresas de interés de la defensa
- \*82 Los cascos azules en el conflicto de la ex Yugoslavia
- 83 El sistema nacional de transportes en el escenario europeo al inicio del siglo XXI
- \*84 El embargo y el bloqueo como formas de actuación de la comunidad internacional en los conflictos

- \*85 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) para Europa en el marco del Tratado de no Proliferación de Armas Nucleares (TNP)
- 86 Estrategia y futuro: la paz y seguridad en la Comunidad Iberoamericana
- 87 Sistema de información para la gestión de los transportes
- \*88 El mar en la defensa económica de España
- \*89 Fuerzas Armadas y Sociedad Civil. Conflicto de valores
- \*90 Participación española en las fuerzas multinacionales
- \*91 Ceuta y Melilla en las relaciones de España y Marruecos
- 92 Balance de las Primeras Cumbres Iberoamericanas
- \*93 La cooperación Hispano-Franco-Italiana en el marco de la PESC
- \*94 Consideraciones sobre los estatutos de las Fuerzas Armadas en actividades internacionales
- 95 La unión económica y monetaria: sus implicaciones
- 96 Panorama estratégico 1997/98
- 97 Las nuevas españas del 98
- \*98 Profesionalización de las Fuerzas Armadas: los problemas sociales
- 99 Las ideas estratégicas para el inicio del tercer milenio
- 100 Panorama estratégico 1998/99
- \*100 1998/99 Strategic Panorama
- 101 La seguridad europea y Rusia
- 102 La recuperación de la memoria histórica: el nuevo modelo de democracia en Iberoamérica y España al cabo del siglo XX
- \*103 La economía de los países del norte de África: potencialidades y debilidades en el momento actual
- 104 La profesionalización de las Fuerzas Armadas
- 105 Claves del pensamiento para la construcción de Europa



- 106 Magreb: percepción española de la estabilidad en el Mediterráneo, prospectiva hacia el 2010
- 106-B Maghreb: perception espagnole de la stabilité en Méditerranée, prospective en vue de L'année 2010
- \*107 Panorama estratégico 1999/2000
- \*107 1999/2000 Strategic Panorama
- 108 Hacia un nuevo orden de seguridad en Europa
- 109 Iberoamérica, análisis prospectivo de las políticas de defensa en curso
- 110 El concepto estratégico de la OTAN: un punto de vista español
- 111 Ideas sobre prevención de conflictos
- 112 Panorama Estratégico 2000/2001
- \*112-B Strategic Panorama 2000/2001
- 113 Diálogo Mediterráneo. Percepción española
- \*113-B Le dialogue Méditerranéen. Une perception espagnole
- 114 Apartaciones a la relación sociedad - Fuerzas Armadas en Iberoamérica
- 115 La paz, un orden de seguridad, de libertad y de justicia
- 116 El marco jurídico de las misiones de las Fuerzas Armadas en tiempo de paz
- 117 Panorama Estratégico 2001/2002
- \*117-B 2001/2002 Strategic Panorama
- 118 Análisis, Estrategia y Prospectiva de la Comunidad Iberoamericana
- 119 Seguridad y defensa en los medios de comunicación social
- 120 Nuevos riesgos para la sociedad del futuro
- 121 La industria europea de defensa: Presente y futuro
- 122 La energía en el espacio Euromediterráneo
- \*122-B L'énergie sur la scène euroméditerranéenne

- 123 Presente y futuro de las relaciones cívico-militares en Hispanoamérica
- 124 Nihilismo y terrorismo
- 125 El Mediterráneo en el nuevo entorno estratégico
- \*125-B The mediterranean in the new strategic environment
- 126 Valores, principios y seguridad en la comunidad iberoamericana de naciones
- 127 Estudios sobre inteligencia: fundamentos para la seguridad internacional
- 128 Comentarios de estrategia y política militar
- 129 La seguridad y la defensa de la Unión Europea: retos y oportunidades
- \*130 El papel de la inteligencia ante los retos de la Seguridad y Defensa Internacional
- 131 Crisis locales y Seguridad Internacional: El caso Haitiano
- 132 Turquía a las puertas de Europa
- 133 Lucha contra el terrorismo y derecho internacional
- 134 Seguridad y defensa en Europa. Implicaciones estratégicas
- \*135 La seguridad de la Unión Europea: nuevos factores de crisis
- 136 Iberoamérica: nuevas coordenadas, nuevas oportunidades, grandes desafíos
- 137 Iran, potencia emergente en Oriente Medio. Implicaciones en la estabilidad del Mediterráneo
- 138 La reforma del sector de seguridad: el nexo entre la seguridad, el desarrollo y el buen gobierno
- 139 Security sector reform: the connection between security, development and good governance
- 140 Impacto de los riesgos emergentes en la seguridad marítima
- 141 La inteligencia, factor clave frente al terrorismo internacional
- 142 Del desencuentro entre culturas a la Alianza de Civilizaciones. Nuevas aportaciones para la seguridad en el Mediterráneo
- 143 El auge de Asia: implicaciones estratégicas

- 144 La cooperación multilateral en el Mediterráneo: un enfoque integral de la seguridad
- 145 La Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD) tras la entrada en vigor del Tratado de Lisboa
- 145 B The European Security and Defense Policy (ESDP) after the entry into Force of the Lisbon Treaty
- 146 Respuesta Europea y Africana a los problemas de seguridad en África
- 146 B European and African response to security problems in Africa
- 147 Los actores no estatales y la seguridad internacional: su papel en la resolución de conflictos y crisis
- 148 Conflictos, opinión pública y medios de comunicación. Análisis de una compleja interacción
- 149 Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el ciberespacio
- 150 Seguridad, modelo energético y cambio climático
- 151 Las Potencias emergentes hoy: Hacia un nuevo orden mundial
- 152 Actores armados no estatales: retos a la seguridad
- 153 Proliferación de ADM y de tecnología avanzada