

## Capítulo quinto

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

Jesús Efrén Yániz Igal, Luis García Caballero y Guillermo González Muñoz de Morales

#### Resumen

La colaboración entre universidad, industria y gobierno en materia de defensa tiene dos modelos clásicos y en cierto modo opuestos. Por un lado, se plantean esquemas en los que los actores gubernamentales dirigen de forma centralizada toda la actividad. En el otro extremo están los modelos de «laissez-faire», con lazos de relación débiles entre las partes. Como punto intermedio de estos dos modelos clásicos, se han desarrollado esquemas de colaboración más complejos con relaciones más intrincadas entre las partes. Este ha sido el caso de España, que en los últimos años ha pasado de un esquema más típicamente de «laissez-faire», aunque siempre con gran influencia del gobierno, hacia modelos más entrelazados. La colaboración entre empresas y universidades españolas en materia de defensa es muy amplia, y presenta distintos formatos tales como cátedras, acuerdos y convenios, proyectos específicos, etc. Un punto a destacar de esta colaboración es que raramente lo es exclusivamente para temas de defensa, sino que la actividad de defensa es una parte dentro de un marco más amplio.

#### Palabras clave

Investigación, innovación, universidad, industria.

**Abstract**

The collaboration between university, industry and government in the field of defence has two classic and, to some extent, opposed models. On one hand, there are schemes where the government actors manage the activity in a centralized way. On the other, there are «laissez-faire» models, with much weaker links. As an intermediate position between these two classic models, other more complex collaboration schemes have been built, with more intricate relationships. This has been the case of Spain which, during the last few years, has moved from a typical «laissez-faire» model, although with a significant government presence, to more interlinked models. The collaboration between Spanish companies and universities in defence matters is very wide and is formalized in different manners, such as chairs, agreements and specific projects. A specific point that is worth to be highlighted is that this collaboration is seldom a specific one for defence issues, but rather defence activities are just a part within a wider framework.

**Key words**

Research, innovation, university, industry.

### **Evolución de la I+D y la innovación**

El modelo de cinco generaciones (5G) es el comúnmente aceptado para representar y entender la evolución en la gestión de la innovación y las diferentes formas de colaboración entre las universidades, la industria y los actores gubernamentales en el ámbito de la I+D. Desarrollado principalmente por el sociólogo británico Robin Broadway de la Universidad de Sussex, que es reconocido como uno de los pioneros en la innovación industrial y ha contribuido significativamente con sus trabajos a entender la gestión de la innovación, aunque conviene mencionar que hay muchos estudios e investigaciones similares, y que el modelo de Rothwell está basado en estudios anteriores, como el de Miller y Morris, por ejemplo. También hay autores actuales que consideran que el momento actual es una evolución de la quinta generación, que podría ser considerada una Sexta Generación. En resumen, las cinco o seis generaciones son:

#### ***Impulso tecnológico (I+D como torres de marfil)***

Desde los años 50 a mediados de los 60, la tecnología era la solución a todos los problemas y fue un período de crecimiento económico, con una demanda superior a la oferta, lo que permitió un rápido desarrollo industrial. La particularidad de esta primera generación, es que la I+D se orientaba únicamente por el impulso tecnológico, sin prestar atención a lo que el mercado demandaba. Las compañías buscaban logros científicos, no orientados por la demanda, con la idea de que con más I+D, más productos innovadores y mayores ventas. La mejor forma para conseguirlo era dejar a los investigadores trabajar con libertad, en las mejores instalaciones, en una especie de Torres de Marfil, y asumiendo todos los costes de la I+D como gastos de estructura, sin considerar los costes del proyecto en particular. Un ejemplo muy representativo de estas «torres de marfil» fueron los denominados naukagrados, ciudades científicas e industriales de la antigua Unión Soviética, creadas después de la II Guerra Mundial con fines militares y solamente accesibles para los trabajadores y científicos.

#### ***Demanda del mercado (I+D como negocio)***

Entre mediados de los 60 y principios de los 70, la economía dejó de crecer tan rápidamente como en la época anterior, y la oferta y la demanda se equilibraron. Por lo tanto, la competencia se acentuó y comenzaron las luchas por la cuota de mercado. Esta situación indujo a las compañías a focalizar todos sus esfuerzos hacia la demanda y a las necesidades del mercado, hacia el marketing. Se priorizaron las investigaciones a corto plazo, olvidándose de las investigaciones a largo plazo. La investigación debía seguir las ideas que aparecían en el mercado. Aparecieron los análisis coste-beneficio

para los proyectos individuales de investigación y lógicamente los recursos se orientaron a los más eficientes. Los equipos de investigación estaban compuestos por científicos e ingenieros de producto, buscando una relación fuerte entre la I+D y las unidades operativas, para disminuir el tiempo de puesta en mercado de nuevos productos.

### ***Acoplamiento de I+D y marketing (I+D como portfolio)***

Desde mediados de los 70 hasta mediados de los 80, bajo la presión de una crisis económica, en momentos de alta inflación e incluso «estanflación» y de saturación de la demanda, la prioridad era la reducción de los costes de investigación y se ampliaron los controles. Las compañías buscaron un modelo más integrado que los dos extremos que propugnaban los dos modelos anteriores. La investigación, el marketing y la estrategia general se acoplaron en procesos estructurados de innovación que priorizaban las investigaciones de acuerdo a una cartera o portfolio de cada compañía, que tenía en cuenta sus capacidades tecnológicas y su mercado natural.

### ***Procesos integrados de negocio (I+D como actividad integrada)***

Cuando las economías occidentales se recuperaron, a principios de los 80 hasta mediados de los 90, aparecieron nuevas estrategias de diversificación en lugar de centrarse en el «*core business*» como en el modelo anterior, aunque con una gran competencia que presionaba para reducir los tiempos de puesta en mercado. En lugar del tradicional desarrollo de productos, aparecieron productos como «concepto integrado», que incluían servicios, distribución e incluso la idea de los «multiproductos». Por ello, en esta cuarta generación, es típica la naturaleza paralela e integrada de los procesos de investigación. En esta generación, también aparecieron los primeros enlaces externos con proveedores y clientes principales.

### ***Integración de sistemas y networking (I+D como red)***

Desde los 90, la investigación, debido a la competencia global, los rápidos cambios tecnológicos y la necesidad de compartir las costosas inversiones en investigación, ha roto las fronteras entre las compañías y ha surgido la necesidad de interactuar con todo el entorno del negocio: proveedores, clientes, distribuidores, incluso competidores. El resultado de la integración de diferentes sistemas de investigación y el *networking* para garantizar flexibilidad y rapidez de desarrollo, aparecieron los «ecosistemas de negocio», la asociación estratégica, el marketing colaborativo y los acuerdos de investigación, como la «innovación abierta». Ejemplos de esta generación son las inversiones en investigación de las grandes empresas tecnológicas del *hardware* y *software*.

En esta generación no solo es importante disminuir el tiempo de puesta en mercado, es incluso más importante tener controlados los tiempos de todo el proceso, incluyendo las investigaciones, para asegurar la puesta en mercado en el momento adecuado. Los procesos de innovación se integraron con lo del negocio y se automatizaron dentro del planeamiento de recursos y los sistemas de información de fabricación de la compañía.

### *Posquinta generación*

En relación con el momento actual, hay estudiosos, como D. Nobelius, que opinan que estamos en una evolución de la 5.ª generación, hacia una sexta, en que la complejidad de la I+D continúa creciendo y aparecen nuevos aspectos a tener en cuenta como la interoperabilidad, el diseño industrial, la facilidad de fabricación y la posventa. Por tanto, la necesidad de comercializar nuevas tecnologías de una forma eficaz, eficiente y con una calidad predecible, implica cooperar e interactuar con más actores, incluso de fuera de los departamentos de investigación.

Pero también hay ahora aproximaciones más radicales que propugnan una vuelta hacia los orígenes y reclaman la vuelta a la investigación básica como parte esencial de la investigación y desarrollo. Entre ellas, destaca la economista Mariana Mazzucato, que reclama el papel del Estado, como la organización realmente más emprendedora del mercado, en especial en las primeras etapas de la I+D, y la única capaz de asumir las inversiones de mayor riesgo.

El modelo 5G es una simplificación de una realidad mucho más compleja, ya que no existe ninguna empresa, ni país, ni región, que gestione la innovación basándose en una generación pura del modelo 5G, incluso en momentos históricos concretos se pueden dar simultáneamente varias generaciones, pues no son mutuamente exclusivas. Sin embargo, el modelo 5G es muy útil para explicar cómo se ha ido adaptando la gestión de la innovación, en las sucesivas generaciones, como una respuesta a los cambios del mercado, al crecimiento económico, a la expansión industrial, a una mayor competencia, a situaciones de inflación, al desempleo y a la falta de recursos, etc.

### **El papel de la universidad. La triple hélice defensa-industria-universidad**

El modelo de la «Triple Hélice» trata de representar, en sus tres configuraciones, las diferentes relaciones y roles de la universidad, la industria y el Estado a lo largo del tiempo.

En su primera configuración es el Estado quien dirige las relaciones entre la universidad y las empresas. Esta configuración es típica de los países de la órbita de la Unión Soviética.

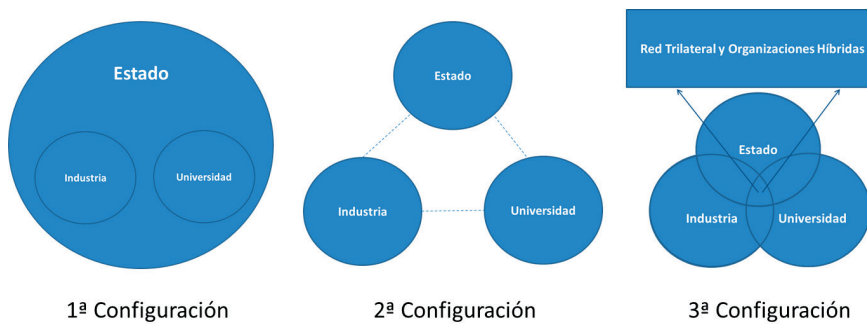


Figura 1. Configuraciones de la triple hélice Universidad-Industria-Estado.

En la segunda configuración, llamada «laissez-faire», hay una clara separación institucional, con una relación más débil y líneas divisorias entre cada ámbito. Esta idea fue propugnada, por ejemplo, en Suecia, en el año 2000, en el informe *Research 2000 Report*.

En estos dos modelos clásicos de la innovación, la universidad, la industria y el Gobierno se conceptualizan como espirales entrelazadas, con diferentes relaciones entre sí. Las espirales rara vez son iguales; por lo general una sirve de fuerza motriz o como organizadora de la innovación, alrededor de la cual giran las otras. La institución que actúa como núcleo de la espiral cambia con el tiempo, y una espiral sustituye a la otra como la fuerza motriz. En la configuración «*laissez faire*», la segunda, la industria es la fuerza impulsora, con las otras dos espirales, universidad y Estado, como estructuras auxiliares de apoyo; sin embargo en la primera configuración de régimen «estatalista» es el Estado el que juega el papel principal y dirige o conduce a la universidad y a la industria.

La tercera configuración es más compleja y consiste en una infraestructura de conocimiento que superpone las tres esferas en un sistema no estable, en cambio continuo, que necesita adaptarse permanentemente. Las relaciones y los roles de los actores cambian de forma dinámica, porque no encajan en un orden preestablecido. Se crea un ecosistema en el que coexisten los actores tradicionales y nuevas organizaciones híbridas, como compañías *spin-off* de la universidad, incubadoras de empresas, parques científicos, empresas de capital riesgo y asociaciones estratégicas entre empresas, de diferente dimensión, diferentes sectores y con diferentes capacidades tecnológicas. Esta configuración, aunque ha demostrado su capacidad para dinamizar la innovación de modo más eficiente, supone un auténtico rompecabezas que los propios participantes, los estudiosos y los responsables políticos tratan de resolver una y otra vez.

En esta tercera configuración ni las empresas tienen el protagonismo de la innovación ni es el Estado quién organiza y dirige. Aquí los acuerdos

surgen de forma espontánea y, a menudo, son impulsados, pero no controlados, por el Estado.

Pero aunque el Estado no pretenda intervenir, el hecho de que la ciencia y la tecnología sean importantes para la competitividad empresarial y, sobre todo, que sean un factor determinante para el crecimiento y el desarrollo económico y social de regiones o países, ha motivado que las relaciones entre la industria y la universidad se hayan convertido en interés de Estado. Por ejemplo, ya en 1998, el Consejo Estadounidense de Competitividad alertaba de que conseguir que los descubrimientos lleguen más rápidamente del laboratorio al mercado, constituye una ventaja competitiva para la industria y, como consecuencia, para el desarrollo nacional.

Las espirales de la triple hélice se entrelazan, cooperan, y se adaptan cambiando sus roles para mejorar los resultados de sus papeles tradicionales. Incluso la innovación para el desarrollo de productos ya no es solo el campo de la industria. Por ejemplo, la universidad puede desempeñar el papel de la industria, apoyando la creación de empresas y la transferencia de tecnología, aunque nunca como una verdadera empresa. Lo mismo vale para la industria y el Gobierno. La industria puede crear entidades similares a la universidad para la docencia y la investigación, pero es poco probable que se aleje demasiado de su misión esencial. La situación ideal es que los tres ámbitos institucionales mantengan su identidad y su carácter distintivo aunque asuman parcialmente papeles de los otros. Por ejemplo, una *start-up* basada solamente en la orientación académica puede centrarse demasiado en la investigación y perder la imprescindible visión de mercado.

La innovación, que antes era ámbito exclusivo de las empresas y se limitaba a la mejora de productos, solo preocupaba a un pequeño número de especialistas de la industria y la academia. Sin embargo, desde que se ha demostrado que es esencial para la creación de empresas, la capacitación tecnológica y el crecimiento económico de los países, se ha convertido en un tema de preocupación y debate público y, como consecuencia, de gran interés para los gobernantes.

En la actualidad, casi todos los países tratan de promover un sistema de innovación basado en la configuración 3, estimulando un modelo de cambio continuo, en el que la investigación básica se orienta hacia la demanda, relegando la investigación básica no orientada y con resultados prácticos a largo plazo. Pero conseguir el éxito del sistema de innovación, la tan buscada transferencia de conocimiento y de tecnología, no es tan sencillo como simplemente priorizar «la demanda del mercado» al «impulso tecnológico». Solo el gran número de actores que intervienen da una idea de la complejidad que implica. Por ejemplo en USA, en los años 80, había 1.200 centros de investigación y en las últimas estadísticas de 2011 hay 13.000 centros universitarios o pertenecientes a fundaciones y otras asociaciones sin ánimo de lucro.

Para la universidad todos estos cambios han sido cruciales. Todo comenzó en el siglo XIX cuando la investigación pasó a considerarse una misión más de la universidad. Tratar de compatibilizarla con su misión original, la enseñanza, supuso una auténtica revolución académica. Pero, en estas últimas décadas, sobre todo como consecuencia de la aparición de las sociedades basadas en el conocimiento, se ha impuesto la idea de que la universidad es un elemento clave para la generación de riqueza y el crecimiento económico.

La sociedad jerarquizada de las épocas preindustriales e industriales, que primero se basaba en la tradición, y luego en la experiencia, se ha ido reemplazando gradualmente por una sociedad basada en el conocimiento, que está provocando unos cambios sociales comparables a la que tuvieron lugar en la transición a la sociedad industrial.

Muchas universidades de todo el mundo continúan con esta transformación, que Etkowitz, definió como la «segunda revolución académica», donde la creciente importancia del conocimiento y la investigación, ha generado la aparición de la tercera misión de la universidad: su contribución al desarrollo económico. La universidad genera innovación, aporta capital humano bien formado e, incluso, se convierte en un semillero o incubadora de nuevas empresas que surgen del campus. El concepto de «universidad emprendedora» es muy atractivo para los gobernantes que promueven políticas para fomentar y mantener las relaciones e interacciones universidad-empresa.

En resumen se enfrentan dos perspectivas, en la primera, Modo 1, la universidad tiene una doble misión: la educación y la investigación, por lo que se convierte en un bien público y, por lo tanto, es financiada con fondos públicos. En este Modo 1, se crea un espacio independiente para los científicos, alejado del control de los intereses económicos que les permite llevar a cabo, con libertad, la investigación básica. El Estado actúa como el financiador principal de la investigación académica, que se difunde como un «bien libre» a la sociedad (lo cual incluye a la industria) a través de publicaciones. El nivel de excelencia en la investigación, es la clave para atraer la financiación pública, con la que se van construyendo capacidades de investigación, infraestructuras, etc. En este proceso la investigación básica financiada es un fin en sí misma, con resultados solo a largo plazo.

La perspectiva antagónica, el Modo 2, surge como consecuencia de la mayor importancia de la universidad en el desarrollo económico y consiste en la integración de la universidad-industria-gobierno en el modelo de triple hélice, donde la investigación se lleva a cabo con una interacción más estrecha entre académicos e industrias. En el Modo 2, la universidad es una amalgama de enseñanza e investigación, investigación aplicada y básica, empresarial y académica.

Este aumento de la interacción permite que la industria se beneficie de la externalización de las actividades de investigación hacia su socio universitario, pero también permite que la universidad se beneficie, a través de la



verificación, por parte de la industria, de sus trabajos, permitiéndole orientar la generación de nuevos conocimientos.

Estos cambios, en el papel y las misiones de la universidad, han sido muy debatidos por estudiosos y académicos de todo el mundo. En los Estados Unidos, en la década de los setenta, en varios países europeos desde la década de los ochenta y más recientemente en América Latina y Asia. También en conferencias internacionales, como por ejemplo, en la serie de conferencias Triple Hélice, en las que se han debatido estas cuestiones desde la conferencia de 1996 en Ámsterdam, hasta la actualidad.

Incluso ha habido posturas contrarias a la «tercera misión» de la universidad, como el informe sueco de Investigación 2000 que recomendaba la vuelta a las tareas de investigación y docencia abandonando la contribución directa a la industria con el pretexto del desarrollo económico. En Estados Unidos también se han criticado los costos innecesarios de la protección con patentes de los conocimientos de la universidad, que en el modelo anterior, fluían libremente a la industria. Pero, en general, hay un consenso generalizado de que esta colaboración con la industria es positiva. Particularmente los Gobiernos y los departamentos universitarios que han basado sus investigaciones en el apoyo directo de la industria, son férreos defensores de esta colaboración.

### *Desafíos de la colaboración industria-universidad*

Para establecer y mantener una colaboración universidad-industria estable y productiva, los acuerdos deben proporcionar beneficios a ambas partes, puesto que el sistema se basa en la libre selección de estas relaciones. Los beneficios, desde el punto de vista universitario, de la investigación en colaboración con socios industriales son muchos, como lo demuestra el hecho de que muchas universidades compitan por sus socios industriales debido a que las relaciones de confianza, profundas y a largo plazo con las industrias son tan importantes ahora como los logros universitarios. Pero hay otros beneficios:

- El acceso a fuentes de financiación para la investigación adicionales a los tradicionales fondos públicos. Esto permite a los administradores universitarios profundizar en sus competencias y aumentar la capacidad de las investigaciones realizadas. También proporciona una mayor estabilidad para retener personal de investigación, sobre todo cuando existen periodos sin financiación entre las convocatorias o programas públicos.
- Mejor acceso a tecnologías que por estar patentadas están en manos de la industria, lo que facilita las investigaciones o innovaciones. La industria también puede aportar equipamientos que dan mayor capacidad a los laboratorios universitarios o materiales como productos químicos y bibliotecas de compuestos (quimiotecas) desarrollados por la industria.

- La mayor cercanía a la sociedad que también facilita el acceso a los fondos públicos. La sociedad visualiza en los productos finales los resultados de la investigación universitaria y es consciente de su contribución al desarrollo social. La financiación pública de la universidad se ha convertido en dependiente de la percepción de si tendrá, o no, una contribución directa en la economía.
- Esta colaboración facilita la transferencia de conocimientos entre los nodos, con lo cual existe una mayor alineación de los resultados de la investigación con los socios de la industria y los resultados de la investigación de las universidades puede verificarse o validarse más rápidamente por la industria que traslada inmediatamente el grado de utilidad real en el mercado. En caso contrario, la desconexión entre la universidad y la industria, típica del de Modo 1, crea un vacío entre los dos ámbitos que dificulta y ralentiza estos a ciclos de investigación.

Los beneficios de la colaboración para la industria son:

- El acceso a las competencias y capacidades científicas acumuladas en la universidad durante años de financiación pública. Estas competencias son especialmente valiosas en áreas concretas de especial complejidad o en las que se precisan un amplio espectro de competencias para desarrollar las investigaciones adecuadamente. Estas capacidades pueden ser conocimientos desarrollados en el centro de investigación a través de décadas de investigación o instalaciones físicas. En muchos casos el acceso a estas competencias en el ámbito de la industria es prácticamente imposible para cualquier empresa. Un ejemplo de un sector que ha aprovechado intensivamente las capacidades de la universidad es el sector de la biotecnología.
- El acceso a los mejores académicos de prestigio internacional que conocen el estado del arte de la ciencia y de la técnica y a investigadores altamente cualificados que, gracias a esta colaboración, conocen también el punto de vista industrial.

Sin embargo, también hay retos que deben afrontarse para una interacción exitosa entre la universidad y la industria:

- Las diferentes culturas de ambas organizaciones que son difíciles de conjugar y pueden impedir el éxito de la colaboración. Los dos ámbitos se mueven en muy diferentes escalas de tiempo, tienen diferentes objetivos que cumplir y con frecuencia tienen diferentes sistemas de valores. Encontrar el equilibrio adecuado que satisfaga a ambas partes interesadas es el mayor reto al que enfrentarse.
- El deseo permanente de la academia de publicar las investigaciones cuanto antes y de la industria por mantener la confidencialidad de las mismas para asegurar los derechos de propiedad intelectual y mantener una ventaja frente a sus competidores.

- Conjugar las investigaciones orientadas y financiadas por la industria con la investigación básica es un gran desafío para los directores de investigación, que deben garantizar que las capacidades que permiten cumplir los compromisos con la industria, no supongan un inconveniente para las capacidades de investigación propias de la universidad. Es decir, conciliar las dos componentes de la comunidad de investigación académica, tanto la «exógena», impulsada por la curiosidad de la invención, y la «endógena», impulsada por el mercado.
- Las cuestiones relativas a la titularidad de la propiedad intelectual y la división de los beneficios entre las partes. La industria alega que la propiedad intelectual de las universidades es a menudo cara y que la universidad no tiene en cuenta los riesgos y costos que asume la industria para su comercialización. Por otro lado, las universidades temen que la industria se apropie de sus descubrimientos y logren beneficios que legalmente pertenecen a la universidad. Solo con confianza y procesos claros se puede superar este desafío.
- La investigación colaborativa es un inconveniente para muchas compañías que dan mucha importancia a los derechos de propiedad intelectual exclusivos. Como por ejemplo las relacionadas con la biotecnología que, en Estados Unidos, debido a estos problemas, retiraron su apoyo al Programa Colaborativo de Investigación Industria y universidad (IUCRC).
- Las empresas deben adaptar permanentemente sus estrategias como respuesta a su entorno y estos cambios pueden afectar en el nivel de interacción entre universidad y la industria. La inestabilidad en el apoyo de la industria puede dificultar la planificación de la universidad, dado que gran parte de la investigación académica es a largo plazo por naturaleza.

### La innovación en España

El déficit tradicional de nuestro país en la investigación fue penalizado por el largo paréntesis del proceso de industrialización y la escasez de recursos económicos del periodo de posguerra. Posteriormente, buscando el rápido desarrollo de la industria para garantizar la autosuficiencia y como consecuencia de la escasez de capital privado, la política industrial de los sucesivos Gobiernos, durante el periodo de la autarquía franquista, fue fuertemente intervencionista y proteccionista, y el Estado llegó a convertirse en empresario (el Instituto Nacional de Industria fue creado en septiembre de 1941). En este entorno de régimen «estatalista», según los modelos definidos en los apartados anteriores, la aparición de acuerdos de colaboración entre la universidad y la industria por propia iniciativa, de acuerdo a los conceptos modernos de innovación, era casi imposible.

Hasta los 90, la investigación en España, se llevaba a cabo en las universidades y centros tecnológicos o, en todo caso, en las grandes empresas. De for-

ma que existía poca relación entre los ámbitos universitarios y la industria, como en un modelo *«laissez-faire»*.

La Fundación para la Innovación Tecnológica, COTEC, que ha cumplido veinticinco años recientemente, es un indicador de cuando empezaron a importarse los conceptos modernos de innovación a España. A lo largo de estos veinticinco años ha habido muchos cambios. En primer lugar, nuestra adhesión a la Unión Europea ha posibilitado la participación en las políticas y la financiación europea y, consecuentemente, ha sido necesario coordinar las políticas nacionales y europeas de apoyo a la innovación. Por otro lado, la aparición de las CC. AA., como actores muy interesados en la innovación por su capacidad de contribuir al desarrollo regional. Y finalmente, la progresiva aparición de un tejido de pequeñas y medianas empresas con una capacidad innovadora creciente.

Actualmente existe un sistema de innovación, que con sus claros oscuros, se asemeja bastante a los sistemas en espiral detallados en el apartado anterior. Según el informe del Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento sobre el Sistema Español de Innovación, la particularidad de nuestra base tecnológica es que existen un gran número de universidades en España como consecuencia de la descentralización de la educación y el tejido industrial se caracteriza por la existencia de un elevado número de las PYME.

### *Situación y crisis*

En relación con el estado actual de la innovación en España, el Informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) indica que la innovación en España, según el cuadro de indicadores de la unión por la innovación de 2013, España está considerada por la Unión Europea dentro del grupo de países denominados «innovadores moderados», es decir, por debajo de la media de la Unión Europea. En este grupo se encuentran, por este orden: Italia, República Checa, España, Portugal...

Las fortalezas de España son la competitividad internacional de su investigación básica y la capacidad para llevar las innovaciones de las empresas al mercado. Respecto a las debilidades los principales retos de España son la inversión empresarial en innovación y la capacidad de innovación de sus PYME.

La distribución de la innovación en España por Comunidades Autónomas es irregular. El patrón de la contribución de las CC. AA., al gasto total de I+D español en 2013 se mantiene como en años anteriores, con las comunidades de Madrid y Cataluña que ejecutan entre ambas casi la mitad del gasto, y siguiendo Andalucía con el 11,3 %, País Vasco con el 10,2 % y Comunidad Valenciana con el 7,7 %. Pero en términos de esfuerzo, la comunidad más destacada es el País Vasco, con el 2,1 %, seguida por Navarra, Madrid y Cataluña. Estas cuatro comunidades son las que se sitúan por encima del 1,24 % de esfuerzo medio en todo el territorio nacional.

En relación al impacto de la crisis económica, según el informe COTEC 2015, el estado de la innovación en España, mantuvo tasas de crecimiento de su gasto en I+D superiores a las de los países de nuestro entorno hasta 2009, pero desde entonces el gasto en I+D ejecutado en España se ha ido reduciendo, mientras que en los países de referencia se ha mantenido su crecimiento. En términos de esfuerzo (gasto en I+D respecto a PIB) la distancia que separaba a España de las regiones de referencia también se ha ensanchado. La reducción (del 3,5 %) se ha producido tanto en el sector público como en el privado, aunque la mayor caída se produce en el sector administración (5,3 %), seguido por empresas e IPSFL, que redujeron su gasto el 3,3 % y por la enseñanza superior, con un 2,5 %. En 2013, el número de personas con actividad de I+D se redujo un 2,6 % respecto al año anterior. La actividad de I+D ocupaba en España, con dedicación variable, a un total de 333.134 personas, que equivalían a 203.302 en jornada completa (EJC). De estas personas, 208.767 eran investigadores, cuyo equivalente en jornada completa era 123.225.

### *Las PYME*

En España hay unas 11.000 empresas innovadoras que realizan actividades de I+D+i de forma habitual, según los datos de INE 2012, lo que supone 4 de cada mil empresas del país. La intensidad de la innovación es mucho mayor en las empresas pequeñas, la tecnología tiene más peso en la estrategia de negocio de las PYME, salvo en los sectores de construcción aeronáutica, vehículos de motor y farmacia, porque las empresas más innovadoras son las pequeñas y medianas empresas. Por ejemplo, en las empresas de menos de diez empleados, la intensidad de I+D es algo superior al 27 %, dato que recuerda al de las empresas más tecnológicas mundiales. Las empresas que emplean entre 10 y 49 empleados tienen una intensidad del 4,9 %, las de 50 a 249 el 2,2% y las grandes empresas realizan un esfuerzo del 0,86%.

Pero por otro lado, el informe FECYT del cuadro de indicadores de la unión por la innovación de 2013, resalta que supone un reto para España la dimensión de la innovación denominada «emprendimiento y colaboraciones para la innovación», que agrupa tres indicadores: las PYME que introducen nuevos productos o procesos como resultado de sus propias actividades para la innovación (en porcentaje total de PYME), las PYME que introducen nuevos productos o procesos y que cooperan con otras empresas o con centros públicos de investigación, y copublicaciones por millón de habitantes, indicador que evalúa si el sistema de investigación está orientado a las demandas de la empresa. El citado informe concluye que España tiene que aumentar la capacidad de innovación de sus PYME y las políticas públicas deberían encaminarse a favorecer que las PYME desarrollen actividades propias de innovación y que colaboren con otras empresas y centros públicos de investigación para introducir nuevos productos y procesos.

Además, la crisis económica ha afectado más a la capacidad de innovación de las PYME. Las estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de estadística (INE) muestran que las PYME sufrieron el 2011 un descenso en su gasto corriente de I+D cercano al 5%, mientras que las grandes empresas prácticamente mantuvieron los niveles de 2010. Considerando que los gastos de personal son la partida más voluminosa del gasto corriente en I+D, no sorprenden las cifras de destrucción de empleo dedicadas a estas actividades; un 2,6% en las PYME y un 0,7% en las grandes empresas. Además el número de empresas con menos de 250 empleados que realizan I+D descendió en 2011 casi un 3%, mientras que esta caída fue del 1% para las grandes compañías.

En conclusión, son las grandes empresas españolas las que presentan un mayor gasto interno en I+D y las PYME tienen poca presencia en el sistema de innovación y, además, se ven más afectadas por los efectos de la crisis económica, lo cual aleja al sistema de la sociedad global, en el que el peso de las PYME en la innovación debería ser mayor puesto que las PYME representa más de la mitad de la actividad económica española.

### *Colaboración universidad-empresa*

En relación con la colaboración universidad-empresa, el informe de la CEOE, el estado de la innovación empresarial, indica que el 86% de las empresas innovadoras evaluadas dice haber trabajado con Centros Tecnológicos, universidades u Organismos Públicos de Investigación nacionales, principalmente mediante convenios de colaboración; admitiendo además que este tipo de colaboración intensifica en gran medida la percepción de ayudas públicas y eleva el nivel tecnológico de la empresa, mejorando los resultados de la I+D+i. Estos resultados son similares a los presentados por el CDTI en su informe de «Análisis de resultados e impacto de proyectos CDTI finalizados en 2012»: Prácticamente en todos los proyectos (94%) las empresas promotoras interactúan con organizaciones de algún tipo. En el 71% de los casos las empresas siguen un esquema mixto, es decir, colaboran tanto con otras empresas como con organismos de I+D (universidades, centros públicos o centros tecnológicos).

También llama la atención que el 40% de las empresas ha trabajado con Centros Tecnológicos, universidades u Organismos Públicos de Investigación no nacionales, para conseguir las ayudas europeas, facilitar el *networking*, etc. Por lo que podrían perderse este tipo de colaboraciones a nivel nacional, a pesar de que en España existen centros tecnológicos, universidades y organismos públicos de investigación con capacidad para ejecutar actividades tecnológicas innovadoras con el mismo rigor que en el extranjero.

En relación con las universidades españolas, y según datos de 2010, el porcentaje del gasto ejecutado que es financiado por empresas representó el 9% del total, que está por encima de la media europea (6%). En el caso de

los organismos de investigación de la administración, la financiación de empresas representa un valor algo inferior (6% del gasto), valor también ligeramente inferior al promedio de sus homólogos europeos (8%).

### Financiación pública de la innovación

Existen muchas posibilidades de financiación pública de la innovación en España. Aportan fondos públicos, con mecanismos que varían a lo largo del tiempo, la Administración Central, la Unión Europea y las comunidades autónomas. Por ejemplo, el CDTI tiene diferentes herramientas y programas que cubren la investigación industrial, el desarrollo experimental, la innovación y la internacionalización para empresas con diferentes grados de madurez: semillas, *start-up*, expansión, consolidación, crecimiento competitivo.



Figura 2. Ámbitos de actuación del CDTI.

En enero de 2014, la UE puso en marcha su último programa de investigación de siete años de duración, Horizonte 2020, que está dotado con cerca de 80.000 millones de euros de financiación que complementan las inversiones nacionales públicas y privadas.

Los objetivos del H2020 son consolidar la posición de la UE en la ciencia, consolidar la innovación industrial y abordar las grandes preocupaciones sociales, como el cambio climático, el transporte sostenible, las energías renovables, la seguridad alimentaria o el envejecimiento de la población.

Horizonte 2020 tratará de garantizar que los avances tecnológicos se traduzcan en productos viables con auténtico potencial comercial al asociar a los sectores, público y privado, intensificar la cooperación internacional en materia de investigación e innovación al estimular la participación de organizaciones y países no miembros de la UE, y seguir desarrollando el Espacio Europeo de Investigación.

## La innovación en defensa

### *El contexto nacional*

La base tecnológica e industrial de defensa configura un sector muy particular que presenta numerosas singularidades. En relación con la I+D+i de defensa dirigida y financiada por el Ministerio de Defensa, tiene un objetivo finalista puesto que, según la Estrategia de Tecnología e Innovación de Defensa (ETID), publicada en 2015, la misión principal de la I+D de defensa es contribuir a satisfacer las necesidades de las FAS y apoyar la evolución de las capacidades militares aprovechando las ventajas asociadas al avance tecnológico. Este carácter finalista de las actividades de I+D+i obliga a que, desde un principio, estas deben estar enfocadas a su aplicación militar, lo que obliga a que todos los participantes en la definición de los proyectos entiendan las necesidades tecnológicas de las FAS. Por lo tanto el Ministerio de Defensa orienta a las industrias y a la base tecnológica sobre sus necesidades en la ETID.

En segundo lugar, es un sector con una gran intervención del Estado, como así lo justifica su carácter estratégico al constituir una capacidad más al servicio de la defensa nacional; un elemento esencial de la capacidad de respuesta de la nación a las amenazas y riesgos para su seguridad, al depender de esa industria la provisión de los bienes y servicios para la defensa. La especial dirección, tutela y protección por parte del Ministerio de Defensa, en el ámbito de la I+D+i, se recoge en el tercer objetivo de la ETID: contribuir a conformar la base tecnológica e industrial nacional para disponer de las capacidades tecnológicas necesarias y esenciales para la defensa.

Según la propia ETID, la base tecnológica e industrial de defensa, la DTIB, está compuesta por diferentes tipos de entidades, con vocaciones y capacidades diferentes que, en su conjunto, se complementan. Los Departamentos Universitarios y Centros de Investigación, proporcionan el soporte científico, tanto teórico como aplicado, necesario para acometer retos tecnológicos con niveles bajos o medios de madurez. Las pequeñas y medianas empresas, aportan su capacidad de especialización, adaptación y de innovación, que exige el entorno estratégico actual en permanente cambio. Finalmente, las grandes empresas aportan, entre otras cosas, su capacidad de integración y de abordar grandes programas de forma sostenida, cubriendo múltiples ámbitos tecnológicos simultáneamente, normalmente en proyectos con niveles de madurez más elevados.



Dado que la mayor parte de las empresas del sector defensa tienen una gran parte de sus actividades enfocadas también al mercado civil, es difícil discernir qué porcentaje de sus inversiones propias en I+D están orientadas exclusivamente al sector defensa. Pero en general, la I+D de defensa, tanto para desarrollo de nuevos sistemas, como para la modernización, o la adaptación a defensa de productos o tecnologías desarrollados en el mundo civil, está financiada por el Ministerio de Defensa. Por lo que, por lo general, las inversiones propias del sector están orientadas al sector civil o, en todo caso, a productos duales.

Dentro de los programas y actividades de I+D de defensa existen dos tipos. Los primeros, denominados I+T, son programas de capacitación tecnológica no orientados a la obtención de un producto o sistema concreto. El otro tipo, los programas de desarrollo tecnológico, constituyen fases previas de los posteriores programas de armamento y material, que pretenden disminuir los riesgos tecnológicos en los sistemas de gran complejidad.

La colaboración con la universidad o los centros tecnológicos en el ámbito de la I+T es muy habitual, pero al tratarse de contratos entre el Ministerio de Defensa y estos organismos, están contemplados en el capítulo 3. Cooperación en la actividad investigadora.

Los programas de desarrollo tecnológico, en general, son ejecutados por las empresas integradoras del sector y el papel de la universidad y los centros tecnológicos es, habitualmente, participar como subcontratistas en dichos programas. Esta colaboración, en ocasiones, no se hace pública por la confidencialidad, tanto de los programas defensa como de los trabajos de la propia empresa. Algunos ejemplos de esta colaboración se detallan en el apartado de casos de éxito.

De los modelos de colaboración detallados en apartados anteriores, podríamos decir que el sector defensa se adapta mejor a la segunda configuración, «*laissez faire*», con ámbitos relativamente independientes, pero con una gran influencia de la esfera Estado, en este caso el Ministerio de Defensa.

No obstante, con el paso del tiempo y por diversas razones, esta configuración está cambiando hacia el tercer tipo, dado que Defensa se ve abocada a participar en el sistema de innovación civil. En primer lugar, el carácter dual de algunas investigaciones que posteriormente son aplicadas a productos de defensa. En segundo lugar, la cada vez mayor preponderancia del sector civil frente al militar en materia de investigación. Y en último lugar, el reto de incorporar la capacidad de innovación de las PYME, incluyendo las de otros sectores, al sector defensa.

### *El contexto europeo*

La preocupación en Europa por la defensa se ha visto muy reforzada en estos últimos tiempos, como consecuencia de los cambios en el entorno estra-

tégico y geopolítico, principalmente la aparición de nuevos actores o centros de gravedad y el desplazamiento hacia Asia del interés estratégico de los Estados Unidos. Como consecuencia de lo anterior, la Comisión Europea ha destacado en sus comunicaciones (COM [2013] 542 final) la necesidad del desarrollo de una política común de seguridad y defensa (PCSD) «digna de crédito», tal y como expresamente se recoge en las mismas.

Además, para abordar los retos a los que se enfrenta Europa en materia de seguridad, se incide en aprovechar todas las capacidades, civiles y militares, y expresamente la industria de defensa. En las conclusiones del Consejo Europeo de diciembre de 2013 se remarca que la cooperación en defensa debe estar apoyada por una Base Tecnológica e Industrial de Defensa más integrada, sostenible, innovadora y competitiva, que también producirá beneficios en términos de crecimiento, empleo e innovación.

Pero la industria también se enfrenta a un escenario muy complicado de reducciones de presupuestos, de consolidación y racionalización a nivel europeo y de una competencia internacional cada vez más reñida y con más actores. En cualquier caso, bien por la necesidad de las Fuerzas Armadas de buscar la superioridad tecnológica, o bien por la mejora de la competitividad que buscan las empresas para su sostenibilidad, defensa debe ser un sector que debe caracterizarse, ahora más que nunca, por su alto nivel tecnológico y gran actividad de I+D.

Entre las medidas que la Comisión impulsa para desarrollar una base industrial de defensa europea, como una componente esencial para el objetivo final de reforzar la defensa europea para poder afrontar los retos del siglo XXI, relacionadas con el ámbito de la investigación, se encuentran las de reforzar la competitividad de la base tecnológica e industrial de la defensa europea y sacar el máximo partido a las sinergias entre lo civil y lo militar.

La necesidad de reforzar la competitividad de la base tecnológica e industrial, es más evidente cuando se tiene en cuenta que el gasto europeo en I+D de defensa es ya menor que el de los países emergentes o BRIC. Por lo que la brecha entre el I+D de defensa europeo no solo crece frente a EE. UU., sino también con respecto a estos países. De hecho, la brecha en el gasto de I+D en defensa entre la UE y EE. UU. se ha incrementado entre 2005 y 2010 hasta ser 7 veces superior (58.000 M€ gasto en I+D en EE. UU., frente a 8.500 M€ en la UE).

También es destacable que el gasto en I+D del sector defensa en Europa, quizás porque se considera prescindible, se ha reducido proporcionalmente más que los presupuestos. El gasto en I+D ha caído un 14% entre 2006 y 2010, mientras que los presupuestos generales solo descendieron el 3,5%. El problema es que los efectos de esta reducción de gasto se visualizarán pasados diez o veinte años cuando los esfuerzos actuales en I+D de otros países se materialicen en sistemas más modernos y capaces que los europeos.

Este problema se acentúa cuando la industria trata de sacar beneficio de las inversiones en I+D pasadas para mejorar las exportaciones. Estas ventas implican normalmente transferencia de tecnológica, los IPR y producción fuera de la UE, menoscabando su competitividad a medio y largo plazo.

La cooperación civil-militar en Europa es un reto complejo con múltiples facetas operativas, políticas, tecnológicas e industriales, pero la Comisión impulsa un enfoque integrado en la línea divisoria entre lo civil y lo militar y la interacción entre la investigación civil y la militar. Por otro lado, parece obvio recordar el papel de la investigación en la mejora de la competitividad.

Pues bien, la universidad tiene un papel muy relevante en ambas medidas. En primer lugar para trasladar el conocimiento científico imprescindible para que la investigación refuerce la competitividad de la base tecnológica e industrial de la defensa europea y, también, como un actor imprescindible en el acercamiento entre lo civil y lo militar desde el mundo académico. El informe de la Comisión Europea, COM (2013) 542, en relación a las capacidades profesionales, propone que: «La Comisión fomentará las capacidades profesionales que se consideren cruciales para el futuro de la industria de defensa, en particular, a través de los programas de “alianzas para las competencias sectoriales” y “alianzas para el conocimiento” que se encuentran actualmente en fase de experimentación». Por otro lado, la Comisión también manifiesta en su informe al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al comité de las regiones, (COM [2014] 387 final), la preocupación por la pérdida de competencias de las empresas.

En este punto la universidad, en su faceta formadora, puede contribuir a reponer el personal perdido en el sector con las capacitaciones adecuadas a las necesidades actuales.

Dado que, hoy en día, las necesidades del mundo de la defensa y la seguridad precisan, además de los tradicionales sistemas de alta complejidad, la adaptación de tecnologías y capacidades procedentes de otros campos a los nuevos sistemas, con la rapidez y flexibilidad que exige hacer frente a las amenazas asimétricas principalmente. Por ello, la Comisión ha mostrado su interés en aprovechar el potencial innovador de las PYME mediante la creación de redes con objeto de integrar los activos de la industria y la investigación en el campo de la defensa, en estrategias de especialización inteligente de ámbito regional.

### Oportunidades de la colaboración con Europa

Para mantener las importantes repercusiones de la investigación en el ámbito de la defensa en otros sectores, como la electrónica, el espacio, la aviación civil y la explotación de aguas profundas y para ayudar a que la investigación en el sector de la defensa siga alimentando la innovación en el campo civil,

la Comisión ha dispuesto dos mecanismos que son una oportunidad para la colaboración universidad-empresa.

**Investigación de doble uso:** Además de la investigación tradicional del sector de la defensa, bien con iniciativas nacionales o bien coordinadas por la Agencia Europea de Defensa, la Comisión insta a aprovechar la gran oportunidad que supone el programa de investigación civil, Horizonte 2020, para la innovación en defensa, aprovechando los ámbitos duales, con tecnologías facilitadoras esenciales (TFE) transversales, en lo que se incluyen sectores civiles que son de gran interés para las industrias de la defensa y la seguridad.

**Acción preparatoria:** Una segunda oportunidad es la llamada acción preparatoria, en la que la UE, en el marco del H2020, amplía el ámbito de la investigación complementando la investigación civil relacionada con la Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD). La primera llamada de la acción preparatoria ya se ha anunciado para esta primavera y, si tiene éxito, podría preparar el terreno para un posible tema de investigación, más claramente relacionado con la defensa, que podría financiarse bajo el próximo marco financiero plurianual.

**Las políticas de cohesión de la UE,** como el vigente Programa FEDER 2014-2020, que presenta entre sus prioridades para estos próximos años, entre otras, la Investigación e innovación, las Tecnologías de Información y Comunicación, y la Competitividad de Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), lo cual sumado al hecho de que el programa ha abierto sus puertas a la financiación de actividades duales, hace de este programa una interesante oportunidad para el desarrollo de iniciativas donde converjan, a nivel regional, industria, Estado (defensa) y universidad.

Estas nuevas oportunidades que se presentan, supondrán un reto para todos los actores, que deberán adaptar las especificidades de la investigación relacionada con la defensa a las prácticas habituales de la investigación civil, garantizando que resulte aceptable para los Estados, que tienen un papel relevante en la defensa, y atractiva para que la industria, la universidad y los centros tecnológicos deseen participar. Algunas especificidades de la investigación en defensa que habrá que tener en cuenta son: los diferentes modelos y ámbitos de investigación, los derechos de propiedad intelectual, la confidencialidad de los resultados, la cofinanciación y las normas de participación y, como se ha dicho anteriormente, la función de los Estados Miembros.

### Colaboración en el ámbito de defensa

Las colaboraciones entre las empresas del sector defensa y la universidad son muy numerosas y variadas. A modo de ejemplo, la empresa INDRA, en su página web, propugna un modelo de innovación abierta en el que incluye

relaciones con más de 200 universidades y centros de investigación en todo el mundo.

Estas relaciones se llevan a cabo principalmente a través de cátedras, acuerdos o convenios y proyectos de I+D y tienen diferentes objetivos como: acciones divulgativas, jornadas, publicaciones y conferencias; acciones formativas en ambos sentidos, en la universidad para asegurar la disponibilidad de profesionales de alta cualificación para el sector y en la empresa para mejorar la capacitación de los trabajadores; intercambio de formadores, profesores de universidad y expertos de la empresa; colaboraciones tecnológicas que van desde el asesoramiento puntual a desarrollo de proyectos concretos de I+D; aprovechamiento de medios físicos, es decir la creación, intercambio o cesión de equipamientos, instalaciones, laboratorios; etc. En este capítulo no se contemplan las colaboraciones universidad-empresa en el ámbito educativo.

De acuerdo a la tercera función de la universidad, mencionada en los apartados anteriores, la llamada universidad emprendedora, también es relevante en el sector defensa ya que ha propiciado la generación de Empresas de Base Tecnológica, incluso antes de que se pusiera de moda el término, pues varias de las grandes empresas que son ahora líderes en el sector han surgido del entorno universitario, como por ejemplo GMV, EADS-CASA, INDRA, tal y como menciona Isidre March Jordá en su libro: Start Ups aprender a gestionarlas.

Existen un gran número de colaboraciones universidad-empresa que tienen relación con defensa, pero en general es difícil que sean «puras». Por ejemplo, participan empresas del sector defensa pero la finalidad de la colaboración no es exclusiva del ámbito de defensa, aunque en muchos casos sus resultados son de gran interés y son aprovechados posteriormente para las aplicaciones de defensa. Esto es particularmente cierto en las tecnologías llamadas duales, como por ejemplo las TIC y las aeroespaciales. Otras veces la universidad participa, pero de forma indirecta, a través de colaboraciones con un centro tecnológico o parque científico regional. En muchas ocasiones, la facilidad de obtener financiación europea, recurriendo a investigaciones duales en las regiones menos desarrolladas, ha influido en las decisiones de iniciar nuevos proyectos o colaboraciones, al igual que ha ocurrido en el ámbito civil.

### *Spin-off académicos*

Las Empresas de Base Tecnológica (EBT) son aquellas que basan su actividad en las aplicaciones de descubrimientos científicos o tecnológicos para la generación de nuevos productos, procesos o servicios. En muchos casos estas empresas han surgido desde las universidades y organismos públicos de I+D y se denominan generalmente «*spin-off*». Son empresas caracteri-

zadas por tener una fuerte base tecnológica y generalmente alta carga de innovación. Además de los nuevos productos o servicios que ponen a disposición del mercado, la importancia de estas empresas para la sociedad, es mucho mayor: potencian el tejido tecnológico, crean empleo de calidad y alta cualificación, favorecen la inserción de los jóvenes en el mundo laboral y contribuyen al desarrollo económico.

Según algunos trabajos de investigación, España no destaca precisamente por su dinamismo en cuanto a la generación de las EBT y aún menos por su capacidad para crear compañías líderes tecnológicas a escala internacional. Hasta el presente, pocas EBT españolas han conseguido dar el salto y convertirse en grandes compañías maduras y líderes «*Large Techs*», empresas como Pharmamar el grupo Zeltia, Puleva Biotech, Natraceutical o Genetrix en el sector de la biotecnología, Gamesa, Iberdrola Renovables o Siliken, en el de nuevas energías. Pero es destacable que unas cuantas, de las empresas *Large Tech*, que hoy son líderes en otros sectores se ha originado en el sector defensa, empresas como Indra y GMV en las TIC o EADS Casa en aeronáutica.

Es difícil saber si una *start-up* puede ser de interés para defensa o no, porque muchos productos o servicios novedosos que inicialmente fueron pensados para otras aplicaciones pueden ser adaptados a las necesidades de defensa. Pero seleccionando aquellas que en su propio objeto reconocen su orientación a defensa, de las propias páginas web de algunas universidades podríamos citar a modo de ejemplo:

**Advance Radar Technologies (ART).** Compañía de tecnología española líder en los radares de vigilancia terrestre de alto rendimiento, la vigilancia integrada de múltiples sensores y sistemas de mando y control para la protección de infraestructuras críticas y fronteras. <http://www.advancedradartechnologies.com>.

**Factoría ETSIA** combina la experiencia de sus socios en el desarrollo de *software* embarcado para sistemas críticos de tiempo real para la industria aeroespacial, con su conocimiento de las necesidades informáticas de las grandes organizaciones, especialmente en el sector financiero.

**Unmanned Solutions.** Diseño, fabricación integración y experimentación en vuelo de sistemas aéreos no tripulados. <http://www.usol.es/index.html>.

**DAS Photonics** es una empresa privada española creada en el año 2005 a partir del Centro de Tecnología Nanofotónica (NTC) de la Universitat Politècnica de València (UPV) con la finalidad de desarrollar productos innovadores dirigidos a los sectores que reflejan sus propias siglas Defensa, Aviónica y Espacio, y en campos de aplicación como la inteligencia electrónica (ELINT/COMINT), el apuntamiento de antenas, la instrumentación avanzada o el cableado óptico. <http://www.dasphotonics.com>.

### *Instalaciones y medios físicos*

La colaboración universidad-empresa, en algunos casos, tiene como objeto principal la implantación o mejora de instalaciones, laboratorios o centros. En estas colaboraciones, por su elevado coste, suele ser necesaria la financiación de varios promotores y, como ya se ha dicho anteriormente, no son una relación «pura» universidad-empresa con el objetivo exclusivo de investigaciones o desarrollos para defensa. Algunos de los muchos ejemplos que existen en España se relacionan a continuación:

#### **Centro mixto de integración de sistemas aeroespaciales Airbus-UC3M**

El Centro Mixto de Integración de Sistemas Aeroespaciales entre la UC3M y Airbus desarrolla actividades para la investigación, el desarrollo y la innovación en el Área de Sistemas Aeroespaciales.

La UC3M aporta al Centro Mixto de Integración de Sistemas Aeroespaciales: personal docente e investigador con experiencia, infraestructura científica, técnica y administrativa y espacio para la ubicación del Centro Mixto en el Parque Científico de la UC3M. Airbus financia el Centro y aporta apoyo técnico, documental o necesario para el adecuado desarrollo de los proyectos concretos a desarrollar. El Centro dispone, además de los equipamientos e instalaciones generales de la UC3M, con los siguientes laboratorios propios, ubicados en el Parque Científico: Laboratorio de ensayos en sistemas de identificación

- Laboratorio de seguridad informática
- Laboratorio de sistemas de comunicaciones para seguridad y espacio
- Laboratorio de sensores espectrales
- Laboratorio de Impacto en Estructuras Aeronáuticas-ImpactLab

#### **Instituto Universitario de Investigación del Automóvil**

El Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) es un Instituto de Investigación de la Universidad Politécnica Madrid, adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales e integrado en el Parque Científico y Tecnológico de la UPM. El INSIA, creado en 1993, fue el primer centro de investigación en el ámbito de los vehículos automóviles en España y, naturalmente, en el ámbito universitario español. Sus instalaciones y sus medios humanos, han colaborado con defensa y empresas del sector, SAPA y GDELS, en la determinación del «Grado de Madurez e Integración de la Transmisión SG-850 en el vehículo Pizarro». Aunque en este caso las actividades fueron iniciativa del Ministerio de Defensa, el INSIA aportó a los órganos de gestión de Programas del MINISDEF una opinión experta y técnicamente sólida, e independiente.

La experiencia para el INSIA de las aplicaciones militares de vehículos contribuirá a formar en el futuro a alumnos en este ámbito y ha permitido al INSIA desarrollar para las Fuerzas Armadas un prototipo demostrador de un vehículo de transporte operativo militar (Proyecto ATHEMTO) enmarcado en el programa COINCIDENTE (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas)

#### Centro de excelencia en seguridad de Indra en León y la Universidad de León

Desde el centro de excelencia en seguridad de Indra en León se desarrollan productos relacionados con la seguridad que son de aplicación directa en las distintas áreas de Indra y están sujetos a exigentes normativas regulatorias tanto civiles como militares. Destaca entre otros Neptuno, que es la solución de grabación empleada en los sistemas gestión de tráfico aéreo, comunicaciones, navegación y vigilancia (ATM/CNS), o la colaboración que se realiza con el área de simulación de la compañía, tanto en simuladores de tiro como entrenadores de vuelo. Otras áreas de trabajo del CES, son las relacionadas con la detección de incendios forestales, radioactividad, espectrometría láser, geolocalización o radiofrecuencia.

La colaboración Universidad de León (ULE) y CES ha sido constante, en 2011 se firmó el acuerdo para la puesta en marcha de un laboratorio de I+D especializado en el desarrollo de sistemas de inhibición de frecuencias de telefonía móvil, a través de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática de la Universidad de León.

Como un ejemplo concreto de aplicaciones con posible interés para defensa, la relación con la ULE se ha extendido también a la colaboración en el proyecto de I+D+i SEDUCE, que lidera el CES de Indra, impulsado por el Programa CENIT de I+D, con el objetivo de desarrollar los conocimientos y tecnologías necesarios para asegurar la detección de artefactos explosivos improvisados (IEDS) en centros e infraestructuras públicas como puertos, aeropuertos, estaciones de tren o de metro.

#### Software Lab de INDRA en Salamanca

En Salamanca la empresa Indra ha ubicado una de las veinte factorías de *software* (*Software Labs*) que tiene repartidas por todo el mundo, ocho de ellas en España. Estos Software Lab funcionan como un único centro virtual, lo que permite trabajar desde diferentes países para el mismo proyecto, prácticamente 24 horas al día.

Todos estos laboratorios mantienen relaciones estrechas con la universidad, pero en este caso por estar ubicado físicamente en el Parque Científico de la Universidad de Salamanca la relación es más estrecha si cabe. Además, el



70% de los empleados son ingenieros cualificados que provienen tanto de la Universidad de Salamanca como de la Universidad Pontificia de Salamanca.

Aunque el objeto de los desarrollos *software* del *Software Lab* de Salamanca son, en principio, del ámbito civil: gestión de tráfico, telecomunicaciones, soluciones de movilidad, etc. La capacidad de desarrollo *software* de una empresa con actividades en el mundo civil y en el ámbito de defensa, puede ser de interés para algún proyecto futuro de defensa.

### Centro de Investigación Aerotransportada INTA-XUNTA (CIAR)

En el marco de la política de promoción de un polo de investigación y tecnología aeronáutica en Galicia, se tienen la intención de invertir, durante el período 2015-2020 hasta 55M€. Se han invertido 10M€ en la construcción de infraestructuras (aeródromo de Rozas) y se prevé la inversión de hasta 45M€ en aportaciones para la colaboración público privada, con uno o varios socios estratégicos tecnológicos e industriales, a través de la iniciativa CIVIL UAVs INITIATIVE, que tiene como objetivo promover la utilización de los UAV en el ámbito civil y, especialmente, en la mejora de los servicios públicos. Los participantes en la Civil UAVs Initiative podrán utilizar el aeródromo dedicado a los UAV civiles de Rozas y el Centro de Investigación Aerotransportada INTA-XUNTA, en el marco de los acuerdos alcanzados por ambas administraciones.

Las aplicaciones contempladas para los drones son estrictamente civiles, como la búsqueda de bancos de peces o la lucha contra el furtivismo-, la agricultura -con la búsqueda de recursos hídricos- y el forestal -con el control de incendios o de plagas. No obstante las aplicaciones futuras con interés para defensa de estas instalaciones e investigaciones son posibles debido al alto carácter dual de estas instalaciones, por ejemplo, en el aeródromo de Rozas se ha probado el modelo de avión no tripulado Atlante, diseñado para satisfacer los requerimientos del Ejército de Tierra español pero con aplicaciones civiles y militares.

### Cátedras universidad-empresa

La colaboración entre las Instituciones de la Defensa, la industria y la universidad bajo el modelo de Cátedra Universitaria presenta diferentes modelos en los que cada uno de los actores toma un protagonismo diferente.

Por lo general nos encontramos con Cátedras Universitarias impulsadas por dos de los actores, es decir, siendo el factor común la universidad, la industria del sector de la defensa y las instituciones del área de defensa, no son elementos coincidentes en una misma cátedra, encontrándonos por tanto cátedras impulsadas desde la industria y cátedras impulsadas por las entidades de la defensa.

La triple hélice se cierra en la necesidad de colaboración para el desarrollo de las actividades que las cátedras realizan, independientemente del modelo adoptado para su creación e impulso, ya que las líneas de actuación precisan que defensa, industria y universidad colaboren y se coordinen.

Las principales actividades que realizan las cátedras, que conforman el nexo de unión en donde se dan cita los componentes del sector de la defensa se centran en:

- Actividades de formación, colaborando en el diseño, impartición de asignaturas de libre elección, programas de posgrado, concesión de becas, premios de fin de carrera, concursos de ideas, conferencias y seminarios.
- Actividades de difusión y transferencia del conocimiento: Realización de jornadas de divulgación tecnológica, publicaciones y congresos.
- Actividades de investigación y desarrollo con la promoción de líneas de investigación y apoyo a la realización de tesis doctorales.

Las propias universidades, además, han creado colaboraciones entre las diferentes cátedras para impulsar el aprovechamiento de los recursos disponibles, y nos encontramos en numerosas ocasiones cátedras con objetivos especializados en áreas temáticas científicas (Aeronáutica, Espacio, Materiales) que, debido a multiplicidad de áreas de desarrollo que mantiene el sector de la defensa, confluyen para, en momentos puntuales, centrar algunas de sus actividades en el sector de la Defensa y la Seguridad. Sirva como ejemplo la Cátedra Airbus de Estudios Aeronáuticos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, que ha organizado ciclos de conferencias en torno al desarrollo del programa de transporte militar A400M.

Centrándonos en las cátedras cuyo objetivo está enfocado en el sector de la Defensa y Seguridad, relatamos de forma sucinta las actividades de algunas de ellas:

#### Cátedra Indra–Universidad de Alcalá

En el año 2011, producto de la colaboración que ya mantenía la Universidad de Alcalá y la multinacional española INDRA, ponen en marcha la Cátedra Indra-UAH en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Seguridad y Defensa.

La cátedra ha puesto en marcha premios a los mejores expedientes en Ingeniería Técnica de Telecomunicación, en las especialidades de Telemática y Sistemas Electrónicos y fomentado actividades de apoyo para la participación en proyectos de ámbito internacional. Ha programado cursos de formación y promueve prácticas en la empresa para los alumnos de la universidad.

En diciembre de 2012 la Cátedra Indra – Universidad Alcalá de Henares organizó la primera Jornada en TIC, Seguridad y Defensa. En estas Jornadas

de carácter anual confluyen los elementos de la triple hélice: Universidad, Industria y Fuerzas Armadas.

INDRA dispone de otras cátedras con las que fomenta la formación e investigación en temas relacionados con las actividades que desarrolla y en las que se ocupa de asuntos relacionados con la Defensa y Seguridad, como es la Cátedra Ciberseguridad de INDRA. Esta cátedra está vinculada al Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid a través del grupo de investigación COSEC Lab (*Computer Security Laboratory*) y desarrollan actividades de investigación y formación en temas relacionados con las áreas de la ciberseguridad y la ciberinteligencia.

### Cátedra Servicios de Inteligencia y Sistemas Democráticos

Esta cátedra se creó en 2005 con el convenio de colaboración realizado entre la Universidad Rey Juan Carlos y el Centro Nacional de Inteligencia (CNI), lo que la constituyó como pionera en el ámbito de la inteligencia y de los servicios de inteligencia en España.

La cátedra desarrolla sus actividades en torno a la formación especializada con cursos de posgrados y cursos de formación continua, y mantiene su actividad divulgativa y transferencia del conocimiento con publicaciones periódicas (*Revista Inteligencia y Seguridad*) y publicaciones puntuales especializadas en la materia (*Intelligence Communication for the Digital Era: Transforming Security, Defense, and Business*). Son numerosas las jornadas que organiza y en las que participa, donde colaboran instituciones de defensa y empresas del sector, y donde se ha prestado especial atención durante este año 2015 en el que la Cátedra de Servicios de Inteligencia y Sistemas Democráticos ha celebrado su décimo aniversario.

### Cátedra de Seguridad, Emergencias y Catástrofes de la Universidad de Málaga

La Universidad de Málaga puso en marcha esta cátedra cuyo objeto es la realización de actividades de formación, investigación y transferencia de conocimiento sobre la realidad, problemática y perspectivas de situaciones de crisis, urgencias, emergencias y catástrofes.

Esta cátedra tiene firmados convenios de colaboración con la Unidad Militar de Emergencias, la Guardia Civil, el Cuerpo Nacional de Policía, el SAR-Ejército del Aire y diversas sociedades y asociaciones relacionadas con su temática.

Anualmente realiza las Jornadas sobre Seguridad, Emergencias y Catástrofes en la que participan diferentes actores de la industria, los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, Fuerzas Armadas, entidades del ámbito sanitario y civil que afrontan la temática de las Emergencias y Catástrofes.

En la IX edición se realizó un ejercicio multidisciplinar sobre desastre en escenarios múltiples con participación de unidades de Guardia Civil, UME, Policía Nacional, Protección Civil, Cruz Roja, Bomberos y Policía Local.

#### Cátedra Nebrija Santander en Análisis y Resolución de conflictos

La cátedra Nebrija-Santander en Análisis y Resolución de Conflictos está focalizada en el estudio interdisciplinar de los conflictos para propiciar las actividades docentes y la investigación bajo el análisis y la gestión de conflictos a todo nivel, así como a su repercusión en la seguridad y en la defensa, con la consiguiente colaboración cívico-militar en la materia.

En el eje de la formación y docencia no desarrolla programas específicos con la impartición de seminarios y asignaturas concretas, sino que se coordina con programas de grado y posgrado como son el Grado en Seguridad, el Master en Seguridad y Defensa, Master en Relaciones Internacionales, Master en Inteligencia, Título Propio o Doctorado en Análisis y Resolución de conflictos. Recientemente la cátedra ha realizado las IV Jornadas de Prevención de la Radicalización Yihadista, XL CICA sobre Seguridad y Defensa: Análisis de Riesgos y Amenazas a Infraestructuras Críticas y el I Workshop Internacional: Desafíos a la Seguridad Global, y ha acogido la jornada de encuentro entre el Centro de Estudios Superior de la Defensa (CESEDEN) y el Centro de Altos Estudios Nacionales de Perú (CAEN).

#### Cátedras y Aulas Patrocinadas del Sector Naval de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la UPM

El compendio de cátedras y aulas patrocinadas de la Escuela Superior de Ingenieros Navales (Cátedra Soermar, Cátedra Pymar, Aula Navantia, Aula Clúster Marítimo Español, Aula Sener) son un ejemplo de las sinergias generadas por la universidad en la confluencia de recursos en la que confluyen universidad, empresa y defensa.

La ETSIN dispone de convenios que le permiten la utilización de recursos de las Instituciones de Defensa para el apoyo a sus actividades, desarrollo de sus investigaciones y fomento de la formación bajo los acuerdos de la ETSIN-UPM con la Armada Española, y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo.

Son estas cátedras y aulas la fórmula que conecta el centro universitario con el sector industrial e institucional marítimo español fomentando la sinergia universidad, instituciones y sector industrial.

#### Cátedra Isdefe-Universidad Politécnica de Madrid

En el año 2006 Isdefe firmó un acuerdo de cooperación con la Universidad Politécnica de Madrid estableciendo en la Escuela Técnica Superior de Inge-

nieros de Telecomunicación la CÁTEDRA ISDEFE-UPM. Esta cátedra centra su actividad en el sector de defensa en los tres planos: formación, difusión y transferencia del conocimiento e investigación y desarrollo.

En formación dispone de cursos de especialización («Comunicaciones HF»; «Análisis y gestión de riesgos»; «Radio definida por software») y cursos de libre elección (Tecnologías e Industrias para la Defensa y la Seguridad -3 créditos) y masters (tecnología y defensa). Entre las becas, dispone de modalidades para las prácticas en empresa, proyectos fin de carrera y becas de iniciación profesional.

En las actividades de difusión, la cátedra organiza diversas jornadas o participa en el apoyo de otras. Además, desde sus inicios ha elaborado publicaciones entre las que se encuentra la publicación periódica Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM, donde se recogen los resultados de los trabajos y estudios desarrollados para así contribuir así al conocimiento y difusión de diferentes aspectos de la situación del sector de la Defensa.

En el año 2013 la Cátedra Isdefe-Universidad Politécnica de Madrid organizó el Primer Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad (DESEI+d) con la colaboración del Ministerio de Defensa, a través de la Subdirección de Tecnología e Innovación. Este congreso, que se realiza cada año, se ha convertido en un punto de reunión e integración de la investigación entre los diferentes actores del ámbito del I+D en Defensa y Seguridad, y en el que participan universidades, los OPI, empresas y laboratorios que exponen sus trabajos recientes llevados a cabo dentro de proyectos de investigación financiados por las diferentes entidades de ámbito nacional o internacional.

### Cátedras impulsadas por las Instituciones de Defensa

Otro punto de apoyo en la colaboración Universidad, FAS y Empresa son las cátedras que se han promovido desde las instituciones docentes de las Fuerzas Armadas y la Universidad, que, en sus actividades, constantemente buscan el apoyo del sector industrial para cerrar el círculo de los agentes del sector de la defensa.

Ejemplos de ello son la Cátedra Paz, Seguridad y Defensa – Universidad de Zaragoza, la Cátedra Almirante Álvarez-Osorio Universidad de Vigo o la Cátedra Ingeniero General D. Antonio Remón y Zarco del Valle en la Universidad Politécnica de Madrid.

Estas cátedras tienen el objetivo común de vocación multidisciplinar y transversal, organizando actividades entre empresas e instituciones interesadas en fomentar la creación de grupos de trabajo con expertos en las materias de defensa y seguridad generando las condiciones necesarias que produzcan las sinergias facilitando el binomio civil y militar.

### Sinergias de Cátedras temáticas

Aunque ya se han mencionado algunos ejemplos, como es la Cátedra Airbus de Estudios Aeronáuticos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, o el conjunto de cátedras y aulas patrocinadas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la UPM, existen otras varias que por su objetivo son de especial interés para la Defensa y Seguridad y que organizan jornadas y eventos en este entorno. Algunos ejemplos son las jornadas en Ciberseguridad que organiza la Cátedra Telefónica-Universitat Politècnica de Valencia o las Jornadas sobre Seguridad, Defensa, Tecnologías Matemáticas y Computacionales que organiza la Universidad de A Coruña con el CESEDEN.

### Algunos ejemplos de colaboración

Los proyectos y colaboraciones descritos brevemente a continuación son unos cuantos ejemplos, de los existentes, elegidos para demostrar cómo el desarrollo de programas de tecnología y colaboraciones a largo plazo en el marco de la Defensa son claves en la estrategia de negocio de las empresas del sector y pueden generar un efecto tractor significativo para las universidades y centros tecnológicos nacionales.

#### UPM-INDRA

Uno de los casos de éxito de relaciones empresa-universidad en el ámbito de la cooperación tecnológica para la Defensa es el de los Grupos de Investigación y Desarrollo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e INDRA. Podríamos decir que es un paradigma por su antigüedad, su continuidad y su larga sucesión de éxitos. Constituye un ejemplo al menos a estudiar, no solo como modo de hacer transferencia de tecnología en el largo plazo, sino principalmente como modo de crear tecnología conjuntamente universidad con empresa o a la inversa.

La relación comenzó muy a principios de los 80; hace pues unos 35 años. Fue entonces cuando se firmaron los primeros contratos de colaboración en I+D entre algunas de las empresas que formarían posteriormente INDRA y los Grupos de Teoría y Tratamiento de Señal y de Microondas y Radar. Esas empresas fueron CECSA (pronto CESELSA) y Equipos Electrónicos S.A. (luego INISEL). Luego, más bien pronto, vendrían otros convenios con otras empresas que a la postre constituirían INDRA: Experiencias Industriales, ENSA, ENOSA y naturalmente CESELSA e INISEL.

Lo que tiene de extraordinario no es que comenzara pioneramente en España hace tanto tiempo, lo destacable es que la relación se ha mantenido de

manera prácticamente ininterrumpida hasta hoy, lo que solo ha podido suceder por el acierto del modelo, probablemente consecuencia de una combinación virtuosa de competencia técnica, confianza y profesionalidad por ambas partes.

El modelo además se extendería durante estos años a otros grupos de I+D, mayoritariamente de la propia Escuela de Telecomunicación, y también de otros Centros de la UPM (como la Escuela de Ingenieros Industriales), quizás no con la misma intensidad en todos los casos, pero sí frecuentemente con parecido éxito.

Al principio, los objetivos de las colaboraciones fueron desarrollar y aplicar técnicas de tratamiento de señal y estadístico y tecnologías de microondas y radio en general a los sistemas de vigilancia electrónica, de comunicaciones y de tráfico aéreo (SACTA). Las colaboraciones surgieron principalmente en las áreas de transporte y defensa, en el empeño de desarrollar y desplegar sistemas completos y avanzados con tecnología propia.

En ese contexto, en unas áreas de negocio estratégicas pero incipientes en la perspectiva nacional, el sentido de innovación con riesgo medido de la empresa, los conocimientos y la vocación de un grupo de profesores e investigadores de la UPM, preparados para colaborar con la industria, y determinadas actitudes proactivas de algunos departamentos de la Administración, acordes con lo exigido por los nuevos tiempos tecnológicos, facilitaron esas experiencias. Luego, los éxitos tecnológicos y comerciales de INDRA, el crecimiento y dedicación a la investigación de aquellos grupos de I+D universitarios, pero sobre todo las propias buenas prácticas aprendidas de cooperación bilateral *win-win* permitieron la consolidación y extensión de la colaboración (hoy se contabilizan más de 350 contratos de I+D INDRA-UPM).

Los grupos de la ETSI Telecomunicación con los que se inició este camino en los primeros 80 fueron principalmente: El Grupo de Microondas y Radar, el Grupo de Teoría y Tratamiento de Señal (hoy Grupo de Procesado de Datos y Simulación) y el Grupo de Radiación. Siempre alguno o varios han estado presentes en mayor o menor medida en el desarrollo e implantación de tecnología en los grandes programas de defensa en los que ha participado INDRA: Los programas de radares (LANZA, en sus versión terrestre y embarcada, ARINE, ECR-90 del Eurofighter, HORUS, ARIES, etc.), los programas de Guerra Electrónica, de Acústica Submarina, de Espacio, de Comunicaciones Militares, de Simulación, etc.

Después de 35 años, los cambios en las mismas tecnologías y en las universidades, en las industrias y en las prioridades de la Defensa (y en su organización) han acompañado al cambio en los actores, en los temas y en las formas de cooperación. Sin embargo, lo esencial de la relación entre la ETSI de Telecomunicación de la UPM e INDRA se mantiene.

## CASO NAVANTIA

Navantia ha tomado la decisión estratégica de convertir la innovación en uno de sus ejes de actuación principales para mantener su ventaja competitiva en el futuro, lo que requiere fomentar una base científica-tecnológica que sea la base para diseñar y desarrollar nuevos productos para mercados cada vez más demandantes y exigentes. Esta apuesta requiere de una estrecha cooperación con los centros generadores de conocimiento y tecnología.

Por ello ha establecido diversos convenios con distintas universidades con el fin de trabajar conjuntamente en el desarrollo de nuevas tecnologías empleadas en el diseño, desarrollo y construcción naval.

Estos acuerdos han sido alcanzados con las universidades más cercanas a sus distintos centros productivos.

### *Convenio con la Universidad de A Coruña*

Navantia y la Universidad de A Coruña han creado, con el respaldo de la Xunta de Galicia, una unidad mixta de investigación para transformar la compañía en lo que se ha bautizado como astillero 4.0.

Con un presupuesto de 3,5 millones, de los cuales 1 será aportado por Navantia, el grupo de trabajo, que contará con unos 30 investigadores tanto del ámbito académico como industrial, dedicarán al menos tres años a desarrollar sistemas para la modernización y el incremento de la competitividad en el astillero, tendente a la reducción de costes y de los plazos de ejecución de sus productos. Para ello se trabajará en el ámbito del desarrollo de nuevas herramientas de modernización, simulación y robótica, que permitan mejorar todos los procesos.

Las tareas de esta unidad mixta ya han comenzado con las visitas a diversos astilleros internacionales (Daewoo —Corea y Japón—), *Bath Iron Works* (EE. UU.), *Meyer Werft* (Alemania) para obtener información sobre sus procedimientos productivos y evaluación de buenas prácticas.

### *Convenio con la Universidad Politécnica de Cartagena*

Navantia y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) han suscrito un convenio de colaboración en áreas tecnológicas relacionadas con los proyectos que lleva a cabo Navantia en su centro de Cartagena, centrándose principalmente en el campo de submarinos.

Este convenio se inscribe en el acuerdo marco que ambas instituciones suscribieron en el año 2013 que tiene una duración de tres años prorrogables.

El objeto de este acuerdo es establecer el marco de la cooperación científica y tecnológica a llevar a cabo, que entre otros aspectos incluye la realización por la UPCT de actividades específicas en apoyo a las líneas de diseño, desa-



rollo y construcción naval. Para el seguimiento de las actividades se creará una comisión paritaria encargada de seleccionar los proyectos que se lleven a cabo, así como el personal responsable de su desarrollo.

Entre las tareas que serán objeto de investigación se encuentran, por ejemplo, la evaluación de nuevas formas hidrodinámicas de alto rendimiento, el desarrollo de simulación avanzada de procesos físicos e industriales, la aplicación de nuevos materiales a submarinos y el desarrollo, caracterización y modelización de uniones soldadas de aceros de alta resistencia.

También hay que indicar que la UPTC y Navantia, integrados en el Campus Mare Nostrum, mantienen una estrecha colaboración no solo en temas de investigación sino también de formación. Un ejemplo de ello es el plan existente de prácticas para alumnos de la Universidad Politécnica de Cartagena en Navantia.

### *Convenio con la Universidad de Cádiz*

Navantia y la Universidad de Cádiz firmaron un convenio marco de colaboración para impulsar la colaboración científico-tecnológica y la cooperación educativa en distintos ámbitos de acción, centrándose en la formación práctica de los alumnos universitarios, la investigación y la innovación empresarial, el impulso del clúster de la industria naval en Andalucía y la Economía Azul.

Las distintas actividades concretas que se programen en estas áreas de acción dentro de este convenio estarán encaminadas a poner en valor la importancia de la industria naval y *offshore* y precisarán de la firma de convenios específicos de colaboración, que se añadirán como anexos al convenio marco suscrito inicialmente, y en cuyos contenidos se detallarán los objetivos, el programa de actuación y el régimen de desarrollo, así como la memoria económica y las aportaciones de cada una de las partes firmantes. De este modo, la Universidad de Cádiz y Navantia podrán acordar y afrontar la realización de cursos, seminarios, actividades docentes, investigadoras y de innovación, colaboración de personal para la integración en su propia actividad académica, profesional o empresarial.

Los fines en los que se extenderá dicha colaboración son: La formación práctica de los estudiantes universitarios en los ámbitos de la industria naval, los proyectos conjuntos de formación y actualización en el ámbito de las necesidades surgidas en el manejo de buques y su instrumental y de la industria naval y *offshore*, el desarrollo de una I+D+i en el ámbito de las líneas de actividad de Navantia y la realización de proyectos de transferencia hacia terceros.

Para la evaluación de las acciones que se impulsen bajo el amparo de convenio firmado, se ha creado una comisión de seguimiento, de composición

paritaria entre la UCA y Navantia, que será el órgano encargado de planificar, potenciar, controlar y evaluar los proyectos que se determinen.

Esta colaboración entre la Universidad de Cádiz y Navantia no es nueva ya que cuenta con varios precedentes, como su participación conjunta en la creación del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI.Mar) o de la plataforma para la Economía Azul en Andalucía.

## CASO ITP

La colaboración de ITP con la universidad gira en torno a programas de I+D y de desarrollo de nuevas tecnologías. La citada colaboración se formaliza mediante la firma de convenios, ya sea de forma directa o mediante la colaboración con centros tecnológicos, los cuales a su vez se apoyan en la universidad.

Entre los primeros, señalamos en convenio de colaboración entre ITP y la UPM para la formación de expertos en ingeniería aeronáutica, el cual se concreta con la creación de la «Cátedra ITP de estudios de turbomaquinaria» ubicada en la ETSI Aeronáuticos de la UPM. Entre sus objetivos, la creación de becas para Proyectos de Fin de Carrera relacionados con las actividades de ITP así como la realización de prácticas.

De forma similar, ITP colabora con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad del País Vasco (ETSIB), donde destaca la promoción del Aula Aeronáutica y becas para la realización de prácticas.

En lo que respecta a acuerdos de colaboración con centros de investigación, destacamos el firmado en 2013 entre ITP y el CEIT-IK4 para la investigación, análisis y promoción del Sector Aeroespacial. Además, esta colaboración fomenta la realización de tesis doctorales, proyectos fin de carrera y actividades de laboratorio con TECNUN-Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra.

Sobre estos últimos, destacamos la primera edición de las «Jornadas ITP – Centros Tecnológicos» celebrada en 2015, cuyo objetivo es poner en común la estrategia de investigación en tecnología aeronáutica de ITP para la próxima década. A las jornadas asistieron las siguientes entidades colaboradas de ITP: Centro de Tecnologías Aeronáuticas de Zamudio (CTA), CEIT-IK4, Universidad del País Vasco, Universidad de Mondragón, UPM e IMDEA Materiales. Estas entidades presentaron propuestas en materia de investigación de desarrollo de tecnología que puedan dar respuesta a cuestiones claves para ITP y que, en caso de materializarse, supondrán un efecto tractor en la industria aeronáutica, cuya relación con la industria de Defensa es conocida.

### Ejemplos particulares

- Programa Clean Sky 1 (2008-2016): ITP lidera el desarrollo de un demostrador de una nueva generación de Turbinas de Baja Presión (LPT) para motores turbina de 3 ejes de gran tamaño. En el proyecto, ITP contrata con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad de Mondragón, CTA, CEIT-IK4 e IMDEA Materiales.
- Proyecto LEMCOTEC (*Low Emissions Core-Engine Technologies*) (2011-2015). ITP lidera el desarrollo de turbinas y de compresores. En el proyecto, ITP contrata con la UPM en pruebas de cascadas lineales y con el CTA realización de pruebas en banco de la turbina.
- Proyecto ENOVAL (2013-2017). Proyecto para el desarrollo de nuevas tecnologías de cara a mejorar la eficacia y optimizar el peso de las turbinas y su aplicación en la nueva generación de turbinas para motores Ultra-High By-pass Ratio (UHBR) con y sin caja reductora. ITP lidera el desarrollo de estas nuevas LPT en colaboración con la UPM para la definición del fan variable y las NGV, Universidad de Mondragón para el modelado del proceso de fabricación de discos, CTA para la realización de pruebas en banco y CEIT-IK4 y modelos de detección temprana de grietas.
- Proyecto E-BREAK (2012-2016). Proyecto para el desarrollo de nuevas tecnologías para el sellado del aire en turbinas y optimización de utilización de material. ITP lidera el proyecto en colaboración con el CTA (pruebas de estabilidad de los sellos) y CEIT-IK4 para la realización de pruebas de fatiga y de velocidad de grietas.
- Proyecto RECORD (2013-2016). Proyecto para predecir y reducir la transmisión del ruido de la combustión a través de la turbina. ITP lidera el proyecto y colabora con la UPM para los cálculos CFD.
- Proyecto NEAT (*New Efficient Aeroengine Turbomachinery*) (2013-2015). ITP lidera el proyecto con el objeto de desarrollar tecnología de aplicación al diseño de los LPT. La UPM colabora con un importe en la adquisición y procesado de los datos de pruebas, y el CTA en el diseño e instrumentalización de los ensayos aerodinámicos en banco.
- Proyecto DESAFIO (2014-2016). ITP lidera el proyecto para el desarrollo de un nuevo proceso de fabricación de componentes críticos rotativos. La UPV/EHU colabora en el desarrollo de técnicas de torneado, fresado y taladro y con la Universidad de Mondragón en la correlación de parámetros.
- Proyecto FUTURALVE (2015-2019), cuyo objetivo principal que los socios empresariales, universidades y centros tecnológicos desarrollen las tecnologías de materiales y fabricación avanzada para la nueva generación de turbinas de alta velocidad. Junto con ITP, el consorcio lo forman otros cinco socios industriales (Metalúrgica Marina, Mizar, ONA, Renishaw y

Sariki), que a su vez contratará trabajos punteros a nueve centros tecnológicos y universidades: AIMME Instituto Tecnológico Metalmecánico; Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC); Centro Tecnológico CEIT-IK4; Ideko; IMDEA Materiales; Lortek; Universidad de Mondragón; Fundación Prodirtec y la Universidad del País Vasco. Con este proyecto, ITP consolida el efecto tractor que mantiene tanto en la industria como entre los centros tecnológicos y universidades en España.