

# **LA INGENIERIA MILITAR EN RELACION A LA INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LA DEFENSA**

José A. Aláez Zazurca  
Capitán de Navío

## **1. INTRODUCCION.**

Hay muchas definiciones sobre lo que es la ingeniería pero todas ellas coinciden en afirmar que la ingeniería se ocupa, primordialmente, de aplicar y dirigir hacia fines prácticos y económicos los fenómenos básicos que los científicos descubren y formulan en teorías. Lo que distingue a la ingeniería de otras actividades es que su objetivo principal es hacer las cosas, en un cierto plazo de tiempo y dentro de un coste determinado. Lo que podría hacerse de acuerdo con los conocimientos actuales es ciencia aplicada. Lo que se puede hacer en un cierto coste es ingeniería. El arte del ingeniero es hacer las cosas lo más barato que se pueda.

Tradicionalmente existían dos ramas de la ingeniería: La militar y la civil. Poco a poco, a medida que se fueron conociendo más fenómenos, la división se hizo más compleja surgiendo en la ingeniería civil nuevas especialidades.

En la primitiva ingeniería militar ocurrió lo mismo, las armas ofensivas y defensivas se complicaron y los artesanos, pues esto era al principio, no podían, a pesar de su habilidad, avanzar con la rapidez que exigían los nuevos tiempos. Había que construir armas mejores y para ello hubo que echar mano de los conocimientos científicos. Aparecieron varias clases de ingenieros militares cuyas misiones, aunque variando con el transcurso de los años, se pueden resumir en el estudio, proyecto, construcción, fabricación, inspección y mantenimiento de los equipos, armas y

sistemas utilizados por los ejércitos. Para ayudar al mejor desempeño de sus misiones se fueron creando laboratorios e instalaciones. Durante muchos años los cuerpos de ingenieros militares fueron cumpliendo sus misiones, adaptándose a las necesidades crecientes, sin grandes sobresaltos.

Sin embargo a partir de la segunda guerra mundial la situación cambió radicalmente. El cumplimiento del viejo dicho romano «Si quieres la paz prepara la guerra» se encareció demasiado. En los últimos años, el precio de las armas y del equipo militar ha crecido en proporción mayor a lo que lo han hecho los precios en general. La causa ha sido la necesidad y, sobre todo el deseo de contar con armas y equipos mejores que los del posible adversario. Para ello se procura incorporar las nuevas tecnologías, por lo que nunca como ahora ha sido tan imprescindible utilizar en el estudio del armamento criterios de eficacia-coste. El objetivo final es conseguir armas y equipos que cumpliendo las especificaciones del proyecto sean posibles y baratos.

Cuando se analiza cualquier equipo, sistema o arma militar hay que distinguir entre sus características y su eficacia (1). Las primeras son fáciles de medir por ser las propias del sistema. En un buque podrían ser la velocidad, el espesor del blindaje, el alcance de los cañones o el tipo de misiles que monta. Dicho de otra manera, las características son las que son, sin importar las que tenga otra arma similar. La eficacia es otro cantar, ésta se mide por la capacidad del arma para cumplir la misión para la que ha sido concebida. Depende principalmente de los esfuerzos que haga el enemigo para anularla. Por esta razón, armas, que fueron eficaces hace años, aun conservando sus propias cualidades, no sirven ya para nada pues su poder puede desbaratarse fácilmente. El progreso en armamento se ha basado siempre en la búsqueda permanente de las armas y sistemas más eficaces, es decir, los que permiten una ventaja temporal frente a las posibles armas del enemigo. Generalmente se ignora la ventaja real, sólo se supone, pues no se conoce muy bien la que tiene el posible enemigo. Por suponer hasta el enemigo es un supuesto, pero aunque realmente existiera una cierta superioridad ésta duraría poco pues inmediatamente el país amenazado se esforzaría en encontrar algo que compensara su inferioridad. Inmediatamente comienza un nuevo ciclo pues alguien comenzaría a buscar algo nuevo y más eficaz.

---

(1) The cost of seapower. Philip Pugh. Conway Maritime Press (1986).

Además la complejidad de las nuevas armas y su coste creciente, hicieron imposible que ningún país, fuera de las grandes potencias, pudiera ir solo por el complicando mundo de las armas. El resultado fue, por un lado, el aumento de la cooperación internacional en el terreno del armamento y, por el otro, el incremento de los gastos de investigación para la defensa. La ingeniería para defensa debió, por tanto, adaptarse a la nueva situación; el ingeniero militar debía además de desempeñar sus funciones tradicionales, proponer y gestionar los programas de investigación de la defensa.

## 2. EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LAS FF.AA.

En la actualidad es creencia general que el mejor procedimiento de progresar en cualquier campo es estimulando la investigación, aunque no pueda garantizarse de antemano su éxito. A pesar de lo difícil que es, en la mayoría de los casos, medir los resultados de cualquier investigación se admite que la inversión en ella produce buenos rendimientos. No hay más que mirar alrededor para ver que la expansión de la industria, el crecimiento de la economía, la calidad de los bienes y servicios que disfrutamos y la evolución de la sociedad entera depende en gran medida de cómo se aplica lo que poco a poco se va descubriendo.

Hasta la segunda guerra mundial la investigación básica, es decir, la que trata de descubrir principios fundamentales, estaba normalmente separada del desarrollo tecnológico. La separación era tan evidente que en muchos países los gobiernos y empresas creaban centros de investigación y laboratorios distintos de aquéllos puramente universitarios o académicos, de forma que la investigación aplicada estaba muy separada de la dedicada a descubrir principios fundamentales.

La colaboración científica durante la segunda guerra mundial demostró la utilidad de la investigación básica en la solución de problemas prácticos. Ejemplos típicos son el descubrimiento de los sistemas de detección, radar y sonar, y los de la penicilina y el DDT. Sin embargo, fue el éxito de la colaboración entre científicos e ingenieros para desarrollar la bomba atómica lo que demostró la conveniencia de financiar programas de ciencia pura, sin considerar de antemano sus posibles aplicaciones.

A partir de entonces, especialmente en los Estados Unidos e Inglaterra, se crearon departamentos que canalizaban fondos públicos incluidos los de defensa hacia la investigación en universidades que en

su mayoría eran privadas. En otros países tales como Francia, el estado tenía mayor control sobre las universidades y otros centros de investigación, por lo que el proceso fue ligeramente diferente.

Otro rasgo peculiar de la época fue la desaparición de la penuria económica y de la parsimonia en la adquisición de equipos y material de investigación fundamental, cuando era casi solitaria y se basaba en el entusiasmo de algunos hombres llenos de ilusión. También, y este es otro hecho a destacar, desapareció la autonomía personal en la elección de los temas de investigación, pues estaban impuestos por los gobiernos u otras instituciones, de acuerdo con las necesidades del momento.

La investigación para la defensa no sólo no se escapa del modelo anterior sino que fue la que la impuso. Sin embargo, tiene rasgos especiales como son la confidencialidad de sus objetivos y de sus hallazgos, lo que aunque también se da en otros tipos de investigación, nunca se lleva a cabo con el rigor característico de la defensa. No hay que olvidar que la única justificación para hacer investigación militar en tiempo de paz es asegurar la mayor supremacía posible en tiempo de guerra (2), por lo que se hace obligatorio limitar y en ocasiones incluso cortar la universalidad de la ciencia. Además, en la investigación para la defensa no interviene casi nunca el capital privado, siendo el Estado quien se hace cargo de ella, por ser la defensa nacional una de sus obligaciones.

Por otra parte, las armas y los sistemas son tan complejos y variados que su estudio no puede hacerse sólo por los servicios militares. No existe, ni siquiera en los mayores ejércitos, personal científico y técnico suficiente para resolver todos los problemas que plantea la defensa. Por eso necesita el apoyo de la industria civil y de la investigación no militar. En la actualidad, la colaboración entre las universidades, centros de investigación y grupos industriales con los ejércitos es fundamental. En ocasiones la colaboración tiene que hacerse con otros países, ya que los medios de uno solo no son suficientes.

### 3. LA INVESTIGACION EN LAS FUERZAS ARMADAS.

Tradicionalmente la investigación se ha dividido en pura, básica o fundamental, que de las tres maneras suele llamarse, y aplicada. En la

---

(2) Journal of American Society of Naval Engineers (1953).  
Research and Development for the Security of America. A joint endeavor between the Military and civilian institutions. T.K. Ewan.

actualidad no parece que sea válida una división tan categórica. La división es más suave, puede asimilarse a un espectro continuo, con ciertos puntos sobresalientes. El espectro va desde el extremo en el que la investigación es más teórica sin ninguna pretensión inicial de utilidad hasta el otro en el que lo único que se intenta es conseguir un nuevo producto (3).

Siguiendo este criterio, aparece en primer lugar la investigación básica que es la que pretende descubrir principios fundamentales, explorar la naturaleza o entender como funcionan las cosas. A continuación aparece otro tipo de investigación que, aunque también va dirigida a mejorar los conocimientos generales, tiene ya un propósito práctico pues trata de averiguar los principios básicos de posibles nuevas tecnologías. En el caso militar, sería la que estaría dirigida a mejorar un conocimiento general que permita alguna ventaja militar.

Luego, siguiendo el espectro vendría la investigación dedicada a problemas más próximos a la vida cotidiana, es decir, aquellos en los que existe una relación más estrecha entre un principio general y un caso real concreto. Un ejemplo típico sería el estudio de la relación entre la exposición de la radiación y el cáncer. Otro sería el análisis de la relación entre el tiempo atmosférico y el estado de la mar. Por definición, esta clase de investigación tiene un motivo práctico evidente y se espera que produzca resultados aplicables.

La última categoría y por tanto el extremo final del espectro es el desarrollo tecnológico. Cubre todo el trabajo que va desde el proyecto detallado a las pruebas de los prototipos, necesario para conseguir que un nuevo producto o proceso entre en uso regular.

La investigación en defensa no queda limitada a la zona más utilitaria del espectro como parecería lógico. De acuerdo con las teorías más modernas el concepto de seguridad mutua debe agrandarse para incluir otros aspectos más generales de la vida como son la protección del medio ambiente, el aprovechamiento de los recursos naturales y el bienestar de los pueblos, por lo que la defensa debe tratar de participar en estudios relativos a ellos (4).

(3) John Ziman. An Introduction to Science Studies. Cambridge University Press (1984), Págs. 141-142.

(4) The North Atlantic Treaty Organization. Facts and Figures. Nato Information Service. Brussels (1984), pág. 208.

La investigación militar y el desarrollo posterior ocupa, actualmente, una posición intermedia entre las operaciones militares y la industria de guerra. Su importancia radica en que es el soporte de la tecnología y del conocimiento de que la posibilidad de alcanzar el éxito de cualquier operación militar depende tanto de las fuerzas de que se dispone como del estado de la tecnología. Por ello, todos los ejércitos van aumentando, en la medida de lo posible, los medios materiales y humanos utilizados en mejorar la tecnología.

Puestas así las cosas, lo primero que se debe evaluar es como elegir las investigaciones que ha de efectuar la defensa, partiendo de la base que, militarmente y a corto plazo, lo principal es la utilidad práctica de la investigación emprendida.

La investigación teórica o fundamental, promovida por la defensa, se hace casi siempre por centros externos a ella y tiene objetivos más amplios que el mero desarrollo de un arma o equipo concreto. Se lleva a cabo normalmente por científicos y profesores universitarios sin ninguna vinculación permanente con el Ministerio de Defensa. Por esta razón y de momento no se va a hablar más de ella, ya que el ingeniero militar no tiene, en general, una participación muy directa en su desarrollo.

En cuanto al resto de las investigaciones, es evidente que la decisión final acerca de cuales son conveniente realizar corresponde al Estado Mayor, que es el Organismo encargado de fijar los medios y armas necesarias para cumplir la política de defensa, establecida por el Gobierno. En el proceso que lleva a la decisión final intervienen muchos factores, no todos estrictamente militares. Van desde un conocimiento profundo de la capacidad científica y técnica del país, hasta el de las posibles colaboraciones y ayudas exteriores necesarias para eliminar los vacíos tecnológicos que existen en algunos campos. Todo ello, además teniendo en cuenta las disponibilidades económicas y humanas. Dicho en pocas palabras, la elección se basa en un estudio minucioso sobre si lo que es militarmente deseable es técnica y económicamente posible, para al final decidir si merece o no la pena hacerlo.

La siguiente tarea es acerca de cómo se va a llevar a cabo el trabajo y de quién lo va a hacer. Ambas decisiones van normalmente ligadas. Según el quién, será el cómo. Además, si como ocurre frecuentemente la elección recae en una institución o empresa ajena al Ministerio de Defensa, la naturaleza del trabajo necesita continuamente durante su desarrollo información técnico-militar. Por esta razón, no es posible que los servicios militares se despreocupen de la investigación durante su

realización. También, en la mayoría de los casos, las investigaciones se llevan a cabo por más de una empresa o institución que deben ser coordinadas y que requieren muchas veces la ayuda de laboratorios y talleres pertenecientes a la Defensa. Todo ello hace imprescindible que los organismos de Defensa deban mantener el control del trabajo durante su realización y, por consiguiente, de la manera en que se va a llevar a cabo. En cuanto al quién, muchas veces no habrá duda, pues la verdad es que en muchos temas no se anda sobrado de expertos. Cuando haya varios equipos capaces de llevar a cabo con éxito la investigación, la dificultad estriba en averiguar si lo que propone un grupo es mejor que lo que propone otro, dado que los únicos jueces competentes son ellos y están compitiendo por los fondos. Cualquier decisión, en este asunto hecha por no especialistas tiene una gran probabilidad de ser errónea.

Lo que normalmente se hace es llegar a la decisión final a través de sucesivos comités independientes, formados por personas con suficientes conocimientos para entender los argumentos técnicos. Estos comités están pensados al modo de los de redacción de las más prestigiosas revistas técnicas y que sirven para seleccionar los artículos a publicar.

La participación de la ingeniería de la defensa en la elección de lo que se va a investigar, del cómo se va a hacer y de quién lo va a llevar a cabo es, sin duda, muy importante y constituye una de sus principales tareas. Por ello su organización y la formación de sus miembros debe ser tal que le permita un funcionamiento eficaz.

Normalmente, en la mayoría de los países las organizaciones encargadas de gestionar los programas de investigación para la defensa están formadas tanto por personal civil como militar. La razón es que es imposible mantener cuerpos de oficiales con un número de miembros capaz de satisfacer todas las necesidades, y esto no es sólo por el número sino también por la clase de trabajos a realizar. Las funciones de los miembros de cada uno de estos grupos están claramente diferenciadas (5). El personal militar actúa, normalmente, como representante de los cuerpos operativos y por tanto debe poseer no sólo conocimientos técnicos sino también los relativos al arte militar. Su trabajo es, en general, de gestión y actúa como representante de los que luego serán los usuarios, es decir, de los cuerpos estrictamente militares. La función principal del personal civil es dar experiencia científica y técnica. En la

---

(5) Officer-civilian Relationship in Semi-military Technical Organizations. J.K. Fordyce. Journal of American Society of Naval Engineers (1954), pág. 9.

realidad, ocurre que la división de tareas no está tan clara y que las funciones están un poco mezcladas. La diferencia fundamental está en que el personal militar cambia constantemente de destino, mientras que el civil tiene una gran estabilidad en el trabajo, con lo que puede especializarse más en problemas técnicos concretos. Con ello, ambos grupos se colocan en posiciones complementarias, pues uno cada vez sabe menos de más cosas mientras que el otro cada vez sabe más de menos cosas.

La principal dificultad en el funcionamiento de organizaciones de esta clase proviene de la mezcla de personas con diferentes orígenes y con un grupo, el del personal militar, manteniendo la mayoría de los puestos directivos. En ocasiones, las fricciones entre ambos grupos pueden afectar seriamente al rendimiento de la organización. En España, este problema es casi inexistente pero conviene tenerlo presente, incentivando al personal, tanto económicamente como en promoción personal y científica, si la solución adoptada para atender las demandas crecientes de investigación en defensa consiste en aumentar el número de personas, pertenecientes al Ministerio de Defensa, dedicadas tanto a gestionar como a realizar investigaciones.

#### 4. LA INGENIERIA MILITAR Y LA INVESTIGACION EN DEFENSA.

El personal militar, responsable de las tareas de investigación y desarrollo en defensa, debe ser principalmente el perteneciente a los diferentes cuerpos de ingenieros, pues es el que está preparado para ello.

En la actualidad, los cuerpos de ingenieros con que cuentan las Fuerzas Armadas son el de Armamento y Construcción del Ejército de Tierra, el de la Armada con tres ramas: Navales, Armas Navales y Electricidad y el de Ingenieros Aeronáuticos del Ejército del Aire. Los procedimientos de formación de sus componentes son diferentes, pues mientras el Ejército de Tierra tiene una Escuela propia, el Ejército del Aire utiliza una Escuela ajena al Ministerio de Defensa. La Marina participa de los dos procedimientos, ya que tiene una Escuela propia para la formación de los Ingenieros de Armas Navales, mientras que los Ingenieros Navales y los de Electricidad lo hacen en Escuelas ajenas, después de pasar un período de formación en una Escuela propia.

El origen de los aspirantes es también diferente. En algunos Cuerpos los aspirantes son oficiales de otros Cuerpos militares que completan su formación en las Escuelas que antes se han citado. En otros casos, los



Cuerpos se nutren de personal civil, con la titulación correspondiente, que una vez ingresado pasa por un corto periodo de formación militar.

Los miembros de los Cuerpos indican, claramente, los conocimientos que se dan a sus miembros y por consiguiente a los que van a dedicar su actividad. La cuestión está en averiguar si la situación actual cambia sustancialmente las tareas de los ingenieros militares.

En lo que a investigación se refiere no era esa uno de sus principales cometidos, ahora tampoco lo es, pero no cabe duda que sí lo es más que hace años y que, presumiblemente, el porcentaje de dedicación a ella aumentará en el futuro.

La misión de cualquier organismo encargado de la investigación en defensa es estimular, promover, planear, iniciar y coordinar lo que sea preciso, para garantizar la seguridad nacional. Dado que todo esto, en mayor o menor medida, dependerá de los ingenieros militares, es evidente que no se debe descuidar su formación en este sentido.

Hasta ahora la formación de los ingenieros españoles ha sido, en general, más académica que práctica. En los últimos años, debido tal vez a la influencia de las universidades americanas, esto ha cambiado un poco, tratando de preparar al futuro ingeniero desde el principio en la resolución de problemas prácticos, lo cual es bueno, pues ayuda a formar criterios y facilita el tomar decisiones. Estas consideraciones ayudan a definir cuál debe ser la formación de un ingeniero en defensa.

Otro tema en debate y que probablemente variará en el futuro, debido a la incorporación de España al Mercado Común, es el de las titulaciones de los ingenieros civiles. La futura ingeniería militar deberá tener en cuenta lo que resulte para, conservando sus peculiaridades propias, aprovecharlo.

Al tratar de la formación básica que debe tener un ingeniero en defensa hay quien piensa que, debido al auge que han tomado los sistemas (6), la formación básica debe dirigirse en este sentido. No cabe duda que a pesar de la importancia cierta de los sistemas de armas y comunicaciones y de los medios de detección y contramedidas, si la plataforma, que por supuesto no es mucho más barata, no es capaz de aguantar la acción exterior, los equipos se vuelven ineficaces. En un buque, por ejemplo, aunque hay bastante dicho acerca de su comportamiento en aguas tranquilas, poco hay con relación a su comportamiento en mares agitados. Este ejemplo, como muchos otros, viene a demostrar que no pueden dejarse a un lado las materias tradicionales en las que todavía hay mucho que hacer.

(6) Research and Development, the Bureau of Ships and the Future. Dr. G.C. Sponsler. Naval Engineers Journal. Mayo 1962, pág. 275.