

## **CAPÍTULO TERCERO**

# **APORTACIÓN DE LA INGENIERÍA DE LA DEFENSA A LA GESTIÓN DE PROGRAMAS DE I+D**

# **APORTACIÓN DE LA INGENIERÍA DE LA DEFENSA A LA GESTIÓN DE PROGRAMAS DE I+D**

Por JOSÉ A. ALÁEZ ZAZURCA

## **1. Introducción**

No cabe la menor duda que una buena defensa frente a posibles ataques exteriores es uno de los mayores beneficios que un Estado puede dar a sus ciudadanos. Todo el mundo desea vivir en paz y no ser ni siquiera molestado, por lo que, aunque no quiera, debe protegerse de los que pretenden, o en algún caso puedan pretender, atacarle. Desde la edad del bronce las armas se han construido siempre utilizando la tecnología más avanzada. Durante muchos años las factorías de armas eran de propiedad privada. Basta con recordar nombres como Vickers, Krupp, Armstrong, que además de abastecer a sus propios países eran capaces de exportar sus productos a todo el mundo. A finales del siglo pasado el número de empresas de armamento de propiedad privada empezó a disminuir de manera que, en el momento presente, las principales pertenecen a los Estados o están tuteladas por ellos. La razón de haber llegado a esta situación ha sido el coste creciente del armamento que hace imposible para cualquier empresa, que no tenga ayuda del Estado, soportar los riesgos que lleva consigo el desarrollo de un nuevo sistema de armas. El Estado es por consiguiente el que decide los caminos en los que deben moverse las industrias de la defensa y esto no sólo porque es el principal cliente, sino porque sin su tutela no puede emprenderse ningún desarrollo. Incluso los controles a la exportación hacen depender del Estado las ventas en el mercado exterior.

Los programas que lleva a cabo el Ministerio de Defensa son el procedimiento para alcanzar los objetivos de fuerzas que son los que hacen posible la realización de los planes estratégicos. La diferencia entre lo que se tiene y lo que debería tenerse para poder satisfacer los objetivos de fuerza define las áreas, armas o sistemas en las que es necesario actuar. A

veces, las necesidades pueden ser atendidas por un producto ya existente en el mercado, con lo que el programa tiene poco de investigación y desarrollo. En otras muchas ocasiones, por no existir nada concreto en lo que apoyarse, se hace preciso empezar el proceso de investigación y desarrollo. En la definición y realización de un programa de investigación y desarrollo en el Ministerio de Defensa hay dos aspectos fundamentales. El primero es el militar y el segundo el científico y tecnológico. El primero, es decir el militar, es el que establece el objetivo a cumplir. El científico y tecnológico es el que indica si se puede alcanzar y cuál es el procedimiento para lograrlo. En la definición de las necesidades militares deben intervenir los cuerpos operativos, mientras que en la de los aspectos científicos y tecnológicos deben hacerlo los cuerpos técnicos.

## **2. Características de la gestión de los programas de I+D**

Aunque es difícil dar una definición que exprese lo que es la gestión, parece que la que dice que la gestión «es el conjunto de actividades encaminadas a llevar a buen fin un negocio» se adapta bastante bien a la realidad. Las actividades pueden ser muchas, pero las principales son las de planificación y supervisión, que deben ir acompañadas de una cierta capacidad creadora para poder amoldarlas a las diferentes circunstancias cuando los acontecimientos lo hagan necesario. Si desaparece la capacidad de creación la gestión se convierte en una labor rutinaria, limitada a la vigilancia de las tareas encomendadas, con lo que a menudo se vuelve ineficaz. Claro está que la falta de atención a la supervisión puede también redundar en una pérdida de eficacia aunque el trabajo esté perfectamente planificado.

En lo que a investigación y desarrollo se refiere, como en muchos otros asuntos, el buen fin del negocio consiste en conseguir los resultados que se buscaban. Sin embargo, así como en la producción de bienes y servicios el resultado es fácilmente medible y por consiguiente comparable sin dificultad con el objetivo buscado al comenzar el programa, en investigación la comparación no es tan sencilla.

Muchas pueden ser las maneras de clasificar la investigación. Una de ellas es la que se representa en el cuadro 1.

Se basa en asimilar la investigación a un espectro continuo que va desde el extremo en el que lo que se pretende es descubrir principios fundamentales hasta aquél en el que lo que se trata es conseguir un nuevo producto. Entre ambos cabe el resto de actividades que de una manera u otra constituyen lo que se llama investigación. Cada una de ellas tiene sus peculiaridades, por lo que la manera de realizarlas y de gestionarlas debe ser diferente.

**Cuadro 1.—Clasificación de la investigación**

TIPO	Investigación básica		Investigación aplicada	Desarrollo tecnológico
OBJETIVOS	Descubrir principios fundamentales	Descubrir principios de posibles nuevas tecnologías	Descubrir aplicaciones prácticas de principios generales	Proyecto y pruebas de prototipo
ORGANIZACIÓN	Poco sujeta a procedimientos burocráticos estrictos			Supeditada a procedimientos burocráticos estrictos

La investigación básica trata de averiguar principios, de explorar lo desconocido. Por eso al plantearla no se puede garantizar un resultado ni mucho menos exigirlo de antemano. Este tipo de búsqueda ha sido siempre fruto del entusiasmo de unas pocas personas que han trabajado a su aire, con pocos medios, muchos conocimientos y muy escasos controles. En general su gestión es el mejor ejemplo de la teoría que afirma que la investigación más eficaz es la que se lleva a cabo con un mínimo de control, ya que el éxito del trabajo depende más que nada de la capacidad y actitud del que lo realiza. Por otra parte, la fiscalización, de este tipo de investigación es difícil, puesto que pocos conocen con suficiente detalle lo que se pretende como para dar un juicio válido. Por eso casi siempre el control se refiere más a los procedimientos utilizados en el gasto de los fondos asignados que a los resultados científicos cuando éstos no son espectaculares, como ocurre en la mayoría de las ocasiones. El resultado puede ser una burocratización excesiva de la investigación que paraliza o, al menos, hace prácticamente imposible llevar a cabo la tarea. A veces el control se convierte en un fin en sí mismo. La solución no es fácil, pues el que paga, sea quien sea, quiere saber lo que se hace con su dinero, y la investigación básica, que casi siempre evoluciona a partir de la iniciativa de personas que trabajan en áreas muy especializadas, no se puede somer a unas reglas fijas de planificación y control. Tal vez el último comentario que deba hacerse acerca de la investigación básica es que, al contrario de lo que sucedía hasta hace pocos años, en la actualidad debido a los grandes progresos que

han hecho la tecnología muchas hipótesis pueden comprobarse en relativamente poco tiempo.

La investigación dirigida a descubrir principios de posibles nuevas tecnologías, lo que algunos llaman investigación estratégica, es más susceptible a la planificación y al control, aunque muchas veces los resultados que se alcanzan al terminarla son muy diferentes de los que se esperaba conseguir en un principio. Lo mismo ocurre a la investigación aplicada debido como siempre a la dificultad de establecer proyectos que permitan sacar conclusiones suficientes y definitivas. En general, después de terminar con éxito un proyecto de este tipo, se estará más cerca de conseguir una aplicación inmediata, pero siempre queda un gran trecho que recorrer. La mayoría de las veces hay que continuar avanzando sin tener totalmente resueltos muchos interrogantes anteriores.

Todo lo anterior no quiere decir que no sea posible planificar y controlar la investigación. Lo único que se pone de manifiesto es que, dadas sus especiales características, no se debe tratar de controlarla comprobando si se han cumplido ciertas tareas fijadas de acuerdo con especificaciones predeterminadas. El énfasis debe ponerse en motivar a los propios investigadores brindándoles estímulo y colaboración.

En los programas relativos al desarrollo tecnológico parece que la proximidad de llegar a un resultado práctico medible, hace más fácil la planificación y el control. No hay que olvidar que la toma de decisiones en los sectores productivos se apoya en datos cuantitativos, fácilmente conseguibles, mientras que en investigación y desarrollo son menos precisos. Incluso el control económico que en principio siempre es el más sencillo se complica cuando se trata de cuantificar el beneficio que genera la investigación y el desarrollo. El control del gasto no es difícil, pues basta con llevar la cuenta de lo que se va pagando y en qué, pero las ventajas que se consiguen son muy difíciles de cuantificar.

Asimismo, es importante destacar que así como en muchas actividades el control económico sirve para dar una idea casi exacta del estado en que se encuentra el trabajo, en investigación y desarrollo la situación es diferente. En primer lugar, porque al redactar el presupuesto inicial se ignoran muchos factores que, casi siempre, se van conociendo a medida que se desarrolla el programa. Además la ausencia de resultados cuantificables impide encontrar correspondencia entre el gasto y la situación exacta del programa. Por ejemplo, si se va gastando menos de lo previsto inicialmente para la fase que se está realizando, puede ser porque

el trabajo va atrasado o por todo lo contrario, porque se haya avanzado tan rápidamente que la previsión inicial sea muy conservadora.

### **3. La investigación y la Defensa**

Los programas de investigación y desarrollo relacionados con la Defensa Nacional tratan, tal como se ha dicho antes, de satisfacer un objetivo de fuerza, por lo que en principio se dedican casi siempre a resolver problemas prácticos. Sin embargo, de acuerdo con las tendencias modernas de agrandar el concepto de seguridad mutua y pensando que la defensa es algo más que la satisfacción de las necesidades militares, en ocasiones Defensa participa en programas de investigación básica sin aplicación militar inmediata. Incluso a veces conviene tomar parte en esa clase de programas para mejorar la imagen que los militares tienen ante la sociedad civil, lo cual es también muy importante desde el punto de vista político. Ejemplos de este tipo de programas son la investigación oceanográfica, la espacial o la biomédica.

Una de las características específicas de la investigación militar es la confidencialidad de sus resultados y en general de todo su proceso. Cierto es que en el desarrollo tecnológico también la industria civil guarda celosamente sus logros, pero nunca una indiscreción es tan grave, desde el punto de vista de la seguridad nacional, como cuando se comete en temas que atañen a la defensa. En la industria civil las consecuencias, en general, afectan a unos pocos a lo más a la vida de una empresa, en la industria de defensa pueden llegar a afectar a la existencia misma de la nación.

Las mismas razones de seguridad obligan, muchas veces, a mantener la investigación y desarrollo para la defensa apartada de la luz pública, lo que añade una responsabilidad mucho mayor a los encargados de gestionarla al faltarles, en ocasiones, beneficiosa influencia de la crítica.

Por otra parte, la complejidad de las nuevas armas y sistemas hace que los Ministerios de Defensa necesiten de la colaboración de establecimiento ajenos a su jurisdicción, normalmente de las industrias. En países en los que se acometen con frecuencia investigaciones de las que se han llamado básicas, la colaboración con la universidad suele ser muy estrecha. En ocasiones las dificultades técnicas y la necesidad de abaratar los costes aconsejan la participación en programas internacionales.

Aunque el concepto de investigación y desarrollo militar apareció durante la Primera Guerra Mundial no fue hasta la Segunda Guerra Mundial cuando se hizo patente su influencia en el resultado final de una guerra. Junto a las siempre fundamentales actividades de los ejércitos, como son la

conducción de las actividades bélicas en sí y la producción del equipo necesario para acometerlas, surgió la investigación y desarrollo militar, que pasó a ocupar una posición intermedia entre las operaciones militares y la industria de guerra.

En España la investigación y desarrollo para la defensa está aún en sus comienzos. Hasta ahora las Fuerzas Armadas han mantenido unos cuantos establecimientos en los que se realiza investigación, casi siempre aplicada, que en muchos casos no es de uso exclusivamente militar. Surgieron como resultado de haber sido los ejércitos los que empezaron la aplicación de ciencias que en su momento eran avanzadas.

Los programas de investigación y desarrollo actuales tienen otros fines, por lo que su realización corresponde principalmente a la industria aunque siempre con la ayuda, de una manera o de otra, de expertos militares.

En cualquier caso y como sucede siempre que se emprende algún nuevo afán, las dificultades que hay que superar son muchas y grandes. En primer lugar, está la poca investigación tecnológica que se ha hecho en España a lo largo de la historia. La falta de tradición en investigación, junto con el gran número de tecnologías, muchas de ellas nuevas, en las que es preciso trabajar, hace que no exista, tanto en la industria como en la defensa, experiencia y personal suficientemente preparado para acometer con éxito la tarea. A veces la falta de popularidad que tienen los asuntos militares en la sociedad civil, especialmente en los jóvenes, ensombrece el ya de por sí problemático reclutamiento del personal técnico.

Sin embargo, la importancia de la investigación y desarrollo en la defensa es tan evidente que en todos los países se ha buscado o se está buscando el mejor procedimiento para abordarla. Por un lado la industria de armamento, en nuestro caso la española, debe prepararse para competir con el mercado internacional y al mismo tiempo salvar su participación en el mercado nacional, ya que hace unos meses se rompieron, de mutuo acuerdo, las barreras que cada país había establecido para proteger su industria.

Por otra parte, el Ministerio de Defensa tendrá que crear, si es que no lo ha creado ya, infraestructura suficiente para poder garantizar que la investigación que se realice bajo su patrocinio sea la correcta, es decir, que estando bien hecha sea la necesaria y la posible. Dándose esas premisas, el desarrollo posterior será más fácil.

Como ha ocurrido en todos los países, uno de los asuntos más delicados de tratar es el nivel que dentro de la organización de mando del Ministerio de Defensa deben tener los encargados de la investigación y desarrollo.

Aunque todo el mundo admite sin vacilación su importancia creciente, pocos están dispuestos a darle la capacidad de decisión que, su cada vez mayor papel y responsabilidad en la planificación de la defensa se merece.

Otro factor importante es, como se ha dicho antes, la necesidad de contar con personal técnico suficiente para poder abordar con garantía los programas de investigación y desarrollo. Aunque en muy pocas ocasiones la realización de la investigación en sí será labor del personal perteneciente al Ministerio de Defensa, la supervisión sí que lo será. Por ello parece aconsejable contar con grupos de expertos, distribuidos por áreas tecnológicas, capaces de analizar, planificar, controlar y sobre todo de entender la investigación que otros hacen, aprovechando lo que de útil tenga para el Ministerio de Defensa. Estos grupos no deben ser muy numerosos aunque sí deben contar con suficiente cantidad de efectivos como para poder soportar, sin menoscabo de su eficacia, las bajas que se produzcan normalmente y al mismo tiempo absorber eficazmente a las personas que vayan rellenando estos huecos.

La formación de expertos es una tarea complicada y larga, lleva bastante tiempo preparar gente capaz de participar en un programa de investigación aunque no sea el encargado de realizarla. Además, y esto sucede en casi todos los países, al estar la industria necesitada de técnicos competentes los busca en la propia administración donde los encuentra con una preparación excelente. Es muy difícil luchar contra esta circunstancia, pues los incentivos que da la industria privada son muy superiores a los que puede dar el Estado, por lo que al hacer cualquier planificación debe tenerse en cuenta la posible fuga de personal, aunque como es lógico se pongan todos los medios posibles para evitarla. En cuanto al tiempo de formación que deben recibir es evidente que dependerá de las misiones que tengan que desempeñar.

En general, la investigación básica se hace en las universidades o en centros de investigación, aunque alguna pueda hacerse también en laboratorios pertenecientes a las industrias. En la investigación aplicada la participación de la industria es mucho mayor, aunque la mayor parte siga correspondiendo a las universidades y otros centros de investigación. El desarrollo del equipo militar es responsabilidad de la industria, mientras que las pruebas son tarea principal del personal militar ayudado por la industria. En cualquier caso, aunque el personal perteneciente al Ministerio de Defensa no participe directamente en la realización de la investigación, la responsabilidad última de la gestión será suya. Existen muchas opiniones acerca de si la gestión corresponde más a un administrador que a un técnico en la materia de que se trate, en este caso no es muy disparatado

afirmar que la gestión debe recaer en personas con amplios conocimientos técnicos. Esto es así porque lo importante es juzgar, en cada momento, cómo va desarrollándose un trabajo muy especializado y mal puede hacerlo el que no conoce con detalle todas sus características, con el agravante de que en muchas ocasiones no se sabe a ciencia cierta lo que se va a conseguir.

#### **4. Participación de la Ingeniería de Defensa en los programas de I+D**

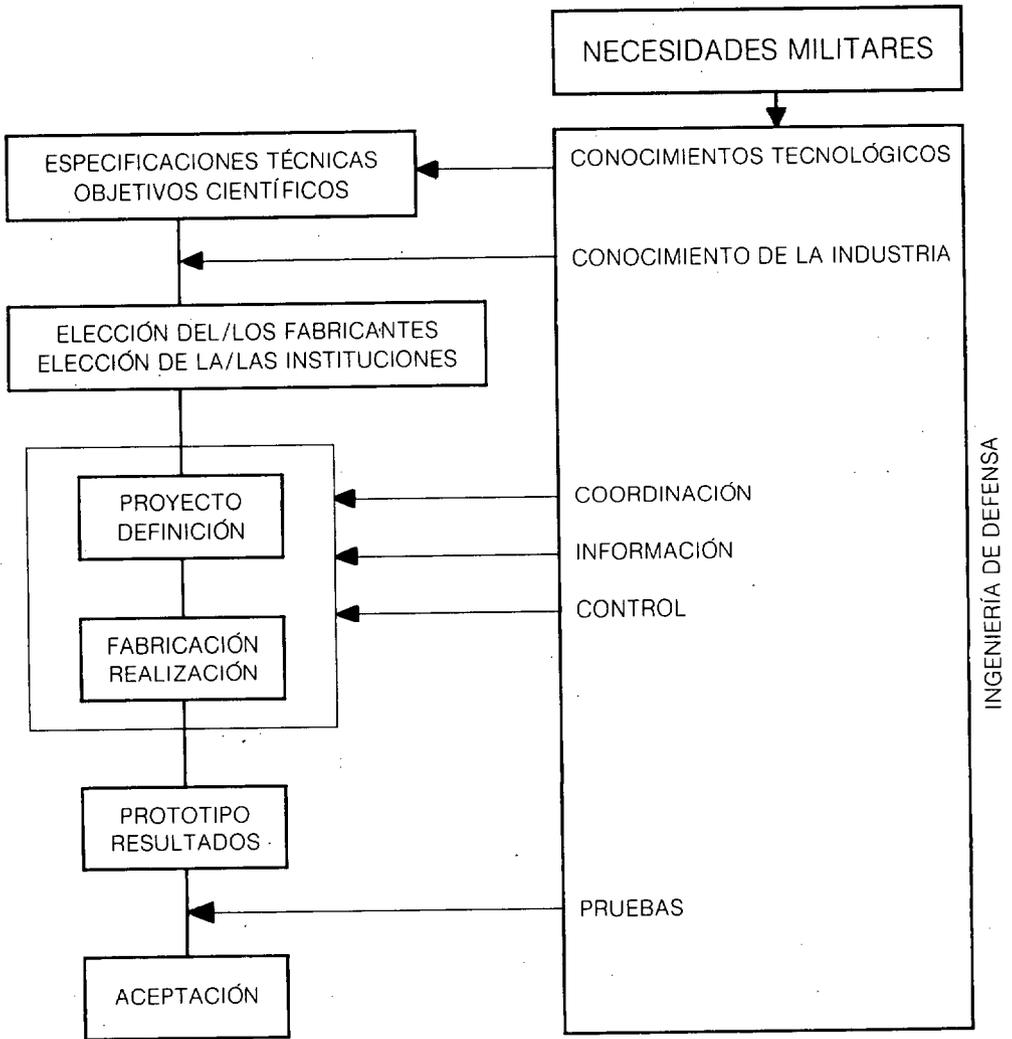
Una vez analizadas las características de la investigación y desarrollo de la defensa, parece llegado el momento de considerar cuál es el papel que debe jugar la ingeniería.

En el gráfico 1 se puede ver un esquema del proceso que a grandes rasgos debe seguir un programa de investigación, indicándose la participación de la ingeniería.

En primer lugar, una vez establecidas las necesidades militares de las que, como antes se ha dicho, se derivan los objetivos de fuerza, la ingeniería, partiendo de sus conocimientos técnicos, los convierte en especificaciones técnicas. A veces, cuando el objetivo no puede ser alcanzado por algún producto perfectamente definido, la ingeniería debe estudiar las posibles alternativas para que el órgano que tenga que decidir elija la que crea más conveniente. Cuando el programa trate de investigación básica la labor de la ingeniería será la de definir los objetivos científicos.

Una vez establecido lo que hay que hacer, llega el momento de seleccionar por quién; para ello es necesario tener un buen conocimiento de la situación tecnológica del país, incluso de sus carencias, para a la vista de todo ello, aconsejar qué empresa o empresas son las más adecuadas y en qué y cómo es necesario ayudarles caso que lo necesiten. Aunque parezca ocioso el decirlo en esta etapa, como a lo largo de todo el proceso, hay que tener siempre presente que lo fundamental es conseguir el objetivo propuesto dentro de las posibilidades económicas. Muchas veces los problemas burocráticos y de personal hacen que se olvide esa regla tan evidente y elemental.

La fase siguiente es ya la realización del trabajo. Aquí las tres actividades fundamentales de la ingeniería son el control, tanto técnico como económico, la coordinación y la información. Para controlar adecuadamente es necesario no sólo tener conocimientos, sino también disponer de infraestructura suficiente para ayudar a solucionar los problemas menores que vayan apareciendo y que dificultan, cuando no se tienen resueltos, el trabajo. Dicho esto, que por referirse a la parte más prosaica del trabajo en



**Gráfico 1.**—Esquema del proceso de un programa de investigación

ocasiones se olvida, conviene detenerse un poco en el control propiamente dicho. Debido al dinamismo de todo programa de investigación conviene hacer revisiones periódicas para lograr un control eficaz. Suele ser de dos clases, técnico y económico, y en muchas ocasiones la consecuencia de un examen minucioso del estado de adelanto del programa suele ser modificar la programación e incluso, a veces, recomendar un cambio en el objetivo final del programa. Por eso conviene dar una gran agilidad administrativa a los gestores del programa, por supuesto acompañada de la responsabilidad, pues a veces una excesiva rapidez burocrática puede paralizar un proyecto.

La coordinación entre los diferentes equipos que participan en el programa y entre la industria y los cuerpos operativos es también una de las tareas que corresponden a la Ingeniería de Defensa.

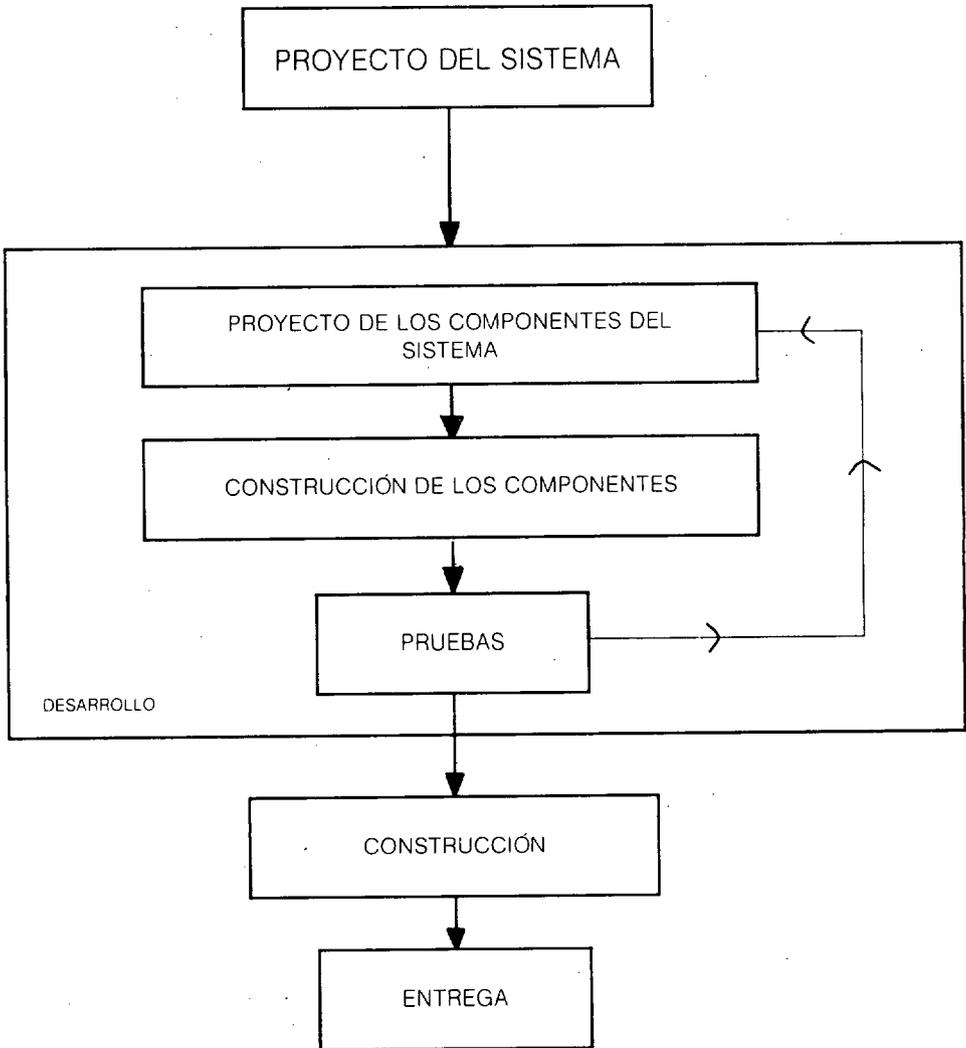
En cuanto a la información no cabe duda que la propia naturaleza de los programas exige un flujo permanente de datos, de manera que los que tengan algo que comunicar lo hagan a las personas que lo necesitan y en el momento adecuado. Es también importante mantener contacto con todas las organizaciones científicas, de manera que se pueda disponer de la información que ellos posean. A veces, si no se cuida este aspecto, puede desperdiciarse información existente en el país o trabajar dos veces en la misma cosa.

Una vez realizada la investigación o decidido el proceso de fabricación se obtienen unos resultados que hay que evaluar o un prototipo que habrá que someter a una serie de pruebas hasta su aceptación definitiva.

El desarrollo de cualquier arma o sistema nuevos comprende el proyecto de sus diferentes partes, su construcción y sus pruebas. Como ocurre frecuentemente, las pruebas iniciales demuestran que ciertos componentes tienen que ser proyectados de nuevo. No es extraño que el ciclo de proyectar, probar y proyectar otra vez tenga que ser repetido varias veces hasta conseguir un funcionamiento perfecto. En general el desarrollo comienza con el de ciertas partes elementales para seguir con conjuntos más complejos y así llegar al sistema completo. El esquema de este proceso puede verse en el gráfico 2.

En cualquier caso, las pruebas o la evaluación de los resultados de la investigación permitirán saber si el programa ha sido un éxito o un fracaso, aunque como ocurre en casi todos estos casos, nunca el éxito o el fracaso será completo. La Ingeniería de Defensa será la encargada de realizar las pruebas y dar el informe definitivo.

Con esto se ve que el papel que debe jugar la Ingeniería de Defensa en los programas de *I+D* es fundamental y lo será mucho más en el futuro ya que las armas son cada vez más sofisticadas técnicamente.



**Gráfico 2.**—Esquema del sistema completo

