

---

# PRECISIONES SOBRE LOS "SISTEMAS DE INFORMACION"

---

## LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

**E**l espectacular desarrollo que se ha producido en los últimos años en las denominadas Tecnologías de la Información (sensores, ordenadores y comunicaciones, básicamente), con un ritmo de progreso tecnológico sin precedentes en la historia de la ciencia, que permite el almacenamiento cada vez mayor de grandes masas de datos, así como el crecimiento exponencial de la capacidad de proceso de los mismos y su transmisión a través de líneas de comunicación con una velocidad cada día mayor, hacen que la utilización de estas tecnologías se haya extendido de tal manera que es difícil encontrar algún área de la actividad humana en que no se estén aplicando actualmente.

La utilización extensiva de las Tecnologías de la Información se ha considerado de particular interés en el caso de las Fuerzas Armadas al permitir cambiar radicalmente el desarrollo de las operaciones militares, ya que suministran a los responsables de su conducción la información que necesitan, tanto en cantidad como en calidad y en oportunidad, proporcionándoles un conocimiento preciso de la situación general que les permite la ejecución con éxito de las mismas.

Mediante sensores de muy diversos tipos, elementos esenciales de los Sistemas de Armas, se detectan señales que, después de ser convenientemente elaboradas, se transfor-

man en datos que a su vez, por medio de potentes algoritmos de procesamiento integrados en los ordenadores, se traducen en información que permite incrementar nuestro conocimiento de las fuerzas adversarias e, idealmente, de sus planes e intenciones, cumpliendo asimismo otra serie de tareas diversas como facilitar la detección de las armas del adversario y la puntería de las nuestras, asignar blancos, avisar de las amenazas, etc., y después de las operaciones la evaluación de los daños causados en el campo de batalla, teniendo por otra parte a su cargo la primera función de las que componen la actividad de tratamiento de la información, la recolección, pudiendo explotar todo el espectro electromagnético.

Las Tecnologías de la Información, mediante los medios de enlace de datos, permiten la transmisión y recepción segura de información táctica entre las diversas plataformas de combate, aéreas, navales y terrestres, y/o los puestos de mando de superficie o aéreos (ver Figura 1). De esta forma se constituye una red integrada de información de combate que amplía la capacidad de detección de cada elemento individual de la misma y, en particular, del puesto de mando de la batalla, fusionándola previamente a su presentación para suministrar solamente la información que se necesita, cuando se necesita, depurada automáticamente, que permita concentrarse en los aspectos esenciales de la batalla, sin abrumar con exceso de infor-



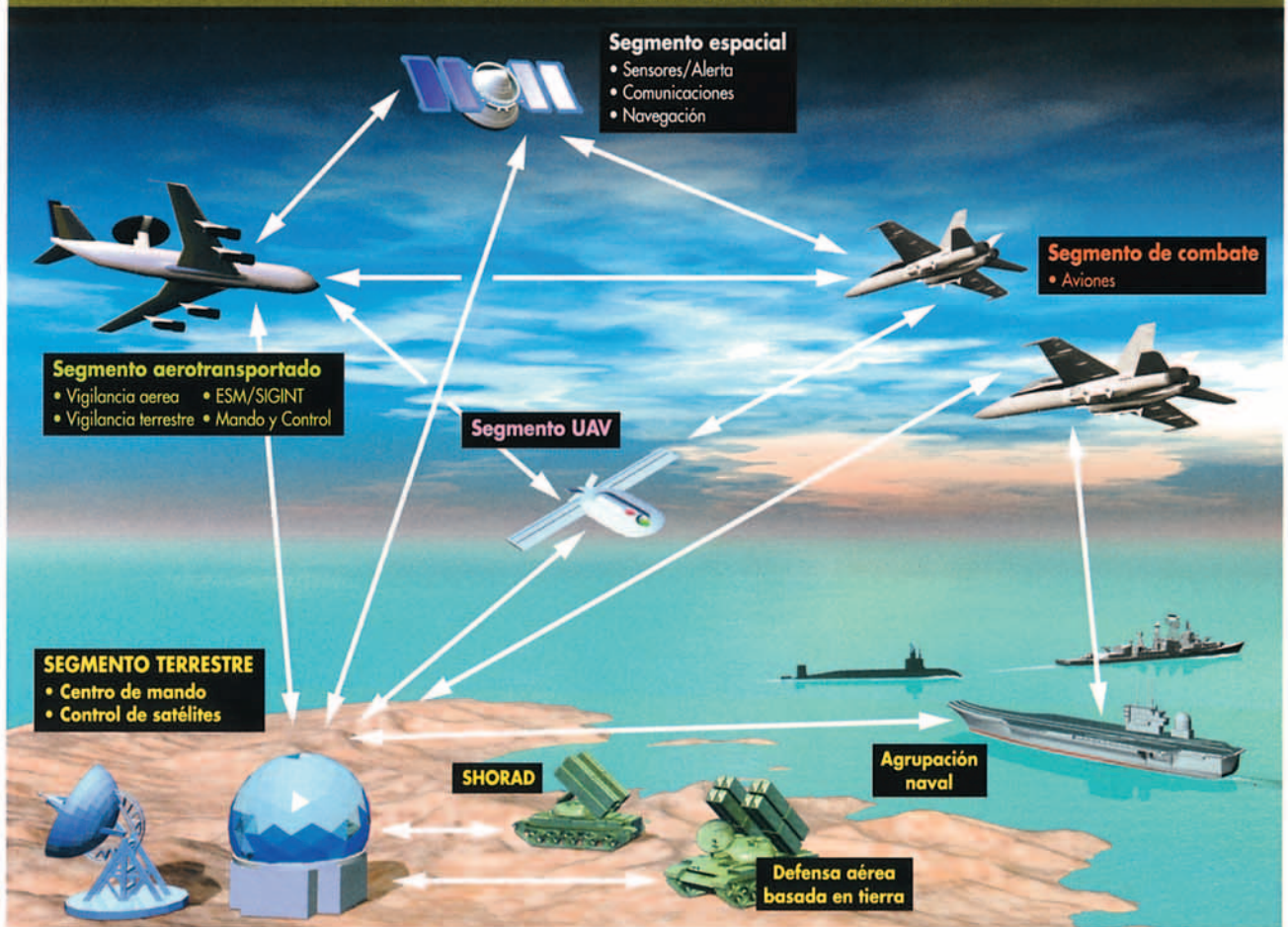
**Fernando Mosquera  
Silván**

*General Director de Sistemas  
del Ejército del Aire*



Figura 1

## SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE COMBATE



mación, proporcionando así un conocimiento preciso de la situación general de la misma y una capacidad extraordinaria para su conducción con éxito.

Pero no es solamente en las áreas operativas donde se están utilizando de manera extensiva las Tecnologías de la Información en el ámbito de las Fuerzas Armadas, sino que lo es asimismo en las áreas de gestión y puramente administrativas, al igual que ocurre en el entorno civil, con las ventajas indudables que esto tiene en lo que se refiere a rapidez de actuación, eficacia y economía de recursos, principalmente humanos.

Partiendo de la incuestionable realidad anterior es, sin embargo, conveniente precisar los aspectos conceptuales y prácticos de la utilización de las Tecnologías de la Información y del significado apropiado de la terminología ad-hoc empleada, que puede llevar a interpretaciones erróneas y, en consecuencia, a decisiones equivocadas que pueden afectar negativamente a los objetivos buscados al emplear estas tecnologías en áreas esenciales de la actividad.

## LOS SISTEMAS DE INFORMACION

Uno de los términos más controvertido y ampliamente empleado, en este sentido, se puede considerar que es el de "Sistemas de Información", que se aplica de manera extensiva y general a un sin número de sistemas y de aplicaciones informáticas de tipo muy diverso, independientemente de su funcionalidad básica, sólo por el hecho de llevar a cabo el procesamiento de datos mediante ordenadores para producir elementos de información que se utilizarán con finalidades muy variadas.

Lo primero que se podría cuestionar en algunos casos es el empleo del término "Sistema", que en ocasiones se utiliza con determinada trivialidad existiendo actualmente una cierta tendencia a calificar como sistemas todo lo que se considera de importancia, independientemente de que se trate de conjuntos dinámicos altamente complejos e integrados o simplemente de componentes ampliamente dispersos, sin tener

en consideración que una característica esencial del concepto de sistema es la integración de disciplinas. De cualquier forma, no es este término en sí mismo el objeto de este trabajo.

Centrándonos en los Sistemas de Información, si tomamos en consideración la acepción de carácter generalista y globalizadora que se les atribuye actualmente, quedarían incluidos dentro de este concepto todos aquellos sistemas (en el sentido más amplio del término sistema que se emplea hoy día, como se ha expuesto en el párrafo anterior) que capturan, procesan y utilizan la información que obtienen para el desarrollo de su actividad. Si a ello se añade que, indudablemente, la manera más eficaz de procesar esa información son los medios informáticos de que se dispone actualmente, y se dispondrá previsiblemente en el futuro, se podría llegar a la conclusión engañosa de que la informática es la esencia de los Sistemas de Información.

## EL CUERPO HUMANO COMO SISTEMA DE INFORMACION

**L**o primero que hay que tener en cuenta es que Sistemas de Información, en la acepción considerada, han existido siempre, incluso antes de que existieran los ordenadores y los medios de comunicaciones actuales.

En efecto, el mismo cuerpo humano puede considerarse como un ejemplo significativo y destacado de sistema de información, uno de los más antiguos, con unas capacidades extraordinarias y de los más perfectos que existen. Mediante sus sensores - ojos, oídos, olfato, gusto, tacto, etc. - percibe señales y datos de muy diferentes características - electromagnéticas, acústicas, químicas, etc. -, que son transmitidos al cerebro donde se procesan para transformarlos en información que, una vez elaborada y mediante un proceso ulterior de correlación y fusión en tiempo real de toda la que procede de muy diversas fuentes y sensores y de su comparación con patrones y modelos de los que ha tenido conocimiento anteriormente, la convierte en conocimiento actual sobre un aspecto, o aspectos, de la existencia que nos ayuda a tomar las decisiones que orientan nuestra actividad diaria.

Para darnos una idea de las extraordinarias capacidades del sistema de información humano podemos citar como ejemplo el sistema sensorial de la vista y el proceso de las señales que recibe en el cerebro. Los ojos del sistema visual de los seres humanos son capaces de recopilar 250 millones de "pixels" de información alrededor de 20 veces por segundo, algo todavía lejos de alcanzar por cualquier sensor

desarrollado por el hombre. A partir de este masivo flujo de datos, la tremenda potencia de procesamiento del cerebro humano transforma estas señales imperfectas de visión en imágenes precisas y utilizables. Además, procesando dos sensores simultáneamente, los dos ojos, el cerebro puede proporcionar no solamente dos imágenes bidimensionales, sino en tres dimensiones y en color.

Vistas las impresionantes capacidades de tratamiento de la información que tiene el cuerpo humano y lo esenciales que son para el desarrollo de nuestra actividad diaria, ¿podríamos concluir que el Sistema de Información humano constituye su esencia? La respuesta clara e indiscutible a esta cuestión es decididamente ¡no! Lo primero que hay que señalar es que este sistema es sólo parte de un conjunto de sistemas que conforman el Sistema de sistemas que se podría decir que constituye el cuerpo humano. A ello hay que añadir que la información, por muy elaborada que esté, no tiene valor por sí misma, solamente la adquiere por el uso que se haga de ella. La finalidad, la esencia del Sistema humano, del ser humano, es algo muy superior a la realización de unas operaciones o procesos que, eso sí, son esenciales, como se ha dicho, para el desarrollo del conjunto de actividades que contribuyen en alguna medida a alcanzar la finalidad superior del ser humano, pero, insistimos, no constituyen su esencia. El sistema de procesamiento de la información humano, el cerebro, o el ordenador humano si queremos llamarlo así, no tiene una finalidad en sí mismo sino que colabora a que el ser humano desarrolle sus actividades de manera que pueda alcanzar su fin último.

Hemos escogido el ser humano como punto de partida y referencia por podersele considerar como arquetipo de los Sistemas de Información. En efecto, buena parte de las investigaciones que se llevan a cabo actualmente para conseguir desarrollos significativos en los Sistemas de Información tratan de imitar la naturaleza, en particular la estructura y funciones del cerebro humano, - se considera que el cerebro humano es la estructura más compleja del universo, conteniendo alrededor de mil millones de neuronas -, estudiando los procesos de la información y de la toma de decisiones que se llevan a cabo en él para tratar de transferirlos a los diseños de las máquinas. Entre estos estudios cabe destacar los que tienen por objetivo desarrollar las redes neuronales y la inteligencia artificial, que imitando las capacidades de la mente del ser humano permitan automatizar en lo posible el proceso de análisis de la situación y de la toma de decisiones a partir de la información recogida y elaborada por los Sistemas de Información.



Figura 2

### ESQUEMA SIMPLIFICADO DE PROCESOS EN EL SL-2000



### OTROS SISTEMAS DE INFORMACION

Para llevar a cabo y facilitar las funciones propias de las diversas áreas de actividad profesional, se desarrollan y establecen Sistemas de Información de muy variadas características. Así nos encontramos con Sistemas de Información administrativos, de gestión, operativos, o de otro tipo cualquiera. Algunos de ellos podrían considerarse como sistemas de información puros, que serían los que tienen como finalidad única el tratamiento y presentación de información. Un ejemplo de este tipo de sistemas podrían ser los sistemas informáticos que se establecen para capturar, elaborar y presentar los datos resultantes de las votaciones efectuadas con motivo de unas elecciones. Pero en otros Sistemas de Información, considerados como tales de acuerdo con la acepción globalizadora expuesta anteriormente, al igual que sucede en el caso del sistema de información humano, la esencia del sistema no reside en el tratamiento de la información que se requiere para el desarrollo de la actividad que tienen prevista. Esa información será indudablemente necesaria para el desarrollo de esa

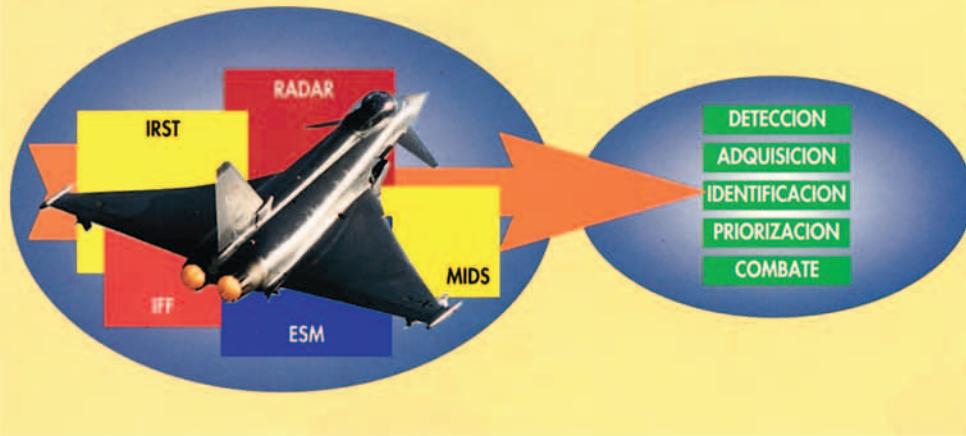
actividad, pero la esencia del sistema provendrá de la finalidad que se busca al crearlo y establecerlo, finalidad que se conseguirá mediante las acciones que se desarrollan a través de la estructura de procesos correspondiente a dicho sistema. Esta estructura de procesos determinará las actividades a realizar dentro del sistema, la información que se necesita, qué unidad orgánica del sistema necesita cada elemento preciso de información y qué acciones tiene que llevar a cabo a partir de ella esa unidad, los flujos de la información, su tratamiento, manipulación, distribución, modalidades de presentación, etc. Es más, tanto los procesos, como el tratamiento de la información requerida, se podrán llevar a cabo sin el recurso a los medios informáticos, sin perder por ello la finalidad, la esencia del sistema proyectado.

A estos efectos, conviene recordar que el sistema de gestión de abastecimiento de que dispuso el Ejército del Aire hasta los años 80, siendo un Sistema de Información de acuerdo con la acepción considerada, se basaba en procedimientos esencialmente manuales, sin recurso alguno a los medios informáticos. Su esencia estaba constituida por los procesos que tenían lugar para llevar a cabo la recepción, almacena-



Figura 3

**PROCESO DE FUSION DE SENSORES**



miento y distribución del material requerido para mantener en servicio los Sistemas de Armas del Ejército del Aire, procesos que implicaban el manejo de un volumen importante de información diversa.

Con la aparición y extensión inicial del uso de las Tecnologías de la Información, se decidió pasar de un Sistema de Información de gestión de Abastecimiento manual a uno informatizado, el Sistema de Necesidades y Distribución -SND-. Para su diseño no se procedió simplemente a informatizar el sistema existente, lo que habría sido un error ya que con ello posiblemente lo único que se habría logrado hubiera sido acelerar algunos procesos, pero no se habría conseguido mejorar la eficacia total del sistema. Juiciosamente se decidió reconfigurar totalmente el sistema, reconsiderando toda la estructura de procesos del sistema anterior para conseguir el máximo provecho de la integración en la misma de los medios que las Tecnologías de la Información ofrecían en ese momento. Con ello lo que se desarrolló en realidad fue un Sistema de sistemas, un sistema informatizado plenamente integrado en un sistema de gestión, lo que producía una sinergia real y la máxima eficacia y rendimiento del sistema total. La integración de los medios informáticos en el nuevo sistema no cambió la esencia del mismo, continuaba siendo un sistema de gestión de abastecimiento, no un sistema de información en sentido estricto, o sistema de información puro como se han denominado anteriormente, en el que lo que seguía predominando era la estructura de procesos del mismo y su objetivo y finalidad para el que fue creado y establecido.

Aprovechando los progresos extraordinarios que se han producido últimamente en las Tecno-

logías de la Información, el Ejército del Aire ha avanzado un paso más y ha desarrollado, e implantado recientemente, un nuevo Sistema de Gestión Logística, el Sistema Logístico 2000 -SL 2000-, que le permitirá realizar una gestión logística más eficaz, totalmente integrada y aprovechando al máximo las capacidades y ventajas que ofrecen los medios informáticos actuales.

El nuevo sistema supone una evolución y

mejora significativas sobre el sistema anterior, pues además de la disciplina de abastecimiento integra el resto de disciplinas logísticas, constituyendo con ellas y con los medios informáticos empleados un conjunto dinámico altamente complejo e integrado, es decir, lo que constituye realmente un Sistema de sistemas.

Como es lógico, al igual que en el caso anterior y con mayor razón todavía por tratarse de una evolución de gran envergadura, se ha procedido a diseñar el nuevo sistema partiendo prácticamente de cero, en lugar de tratar de adaptar los nuevos medios informáticos e integrar las nuevas disciplinas en el antiguo sistema. Al diseñar la estructura de procesos del nuevo sistema se ha tenido en consideración no solamente la integración de todas las disciplinas logísticas, sino también las ventajas que se podían obtener al aplicar los progresos que se han producido en las Tecnologías de la Información, como son entre otros la posibilidad de sincronización de bases de datos y su replicación instantánea sin perder la integridad de los datos, el establecimiento de procesos distribuidos con una arquitectura cliente-servidor, etc. Estos aspectos se han tenido también en cuenta en el diseño del sistema en el que, lógicamente, ha prevalecido la funcionalidad del sistema total, adaptando e integrando las arquitecturas de los sistemas parciales, entre ellos el informático, con el fin de constituir un sistema unificado y totalmente integrado. De la complejidad de la estructura de procesos del nuevo Sistema da una idea el esquema de dichos procesos reflejado en la Figura 2.

Por lo que se refiere a los Sistemas de Información operativos, es igualmente válido para ellos lo expuesto para los Sistemas de Información de gestión.



Uno de los modelos más significativos de estos sistemas sería un avión de combate moderno, por ejemplo el Eurofighter 2000. En efecto, un avión de combate de última generación se puede considerar como el paradigma de los Sistemas de sistemas dada su complejidad y el elevado número de sistemas que lo componen, extraordinariamente integrados todos ellos; incluso el piloto se puede contemplar como un sistema más del sistema total, fusionándose en él como una entidad funcional más, de manera que se pueda considerar al sistema total un sistema totalmente unificado. Como característica adicional a tener en cuenta en estos Sistemas de Información es que no son sistemas aislados, sino que se interrelacionan con otros sistemas externos a ellos integrándose así en un Sistema más general de Información de Combate, como se representa en la Figura 3.

El Eurofighter 2000, considerado como Sistema de Información, recoge señales y datos procedentes de muy diversas fuentes, tanto internos a partir de los diferentes sistemas de que se compone, como externos detectados por sus múltiples sensores, ya sean activos o pasivos, y los que pueda recibir de fuentes externas, vía enlace de datos. Los datos internos de sus sistemas, digamos electromecánicos, convenientemente elaborados por los procesadores del avión, permiten actuar al Sistema de Armas como plataforma aérea proporcionándole la extraordinaria capacidad que tiene para el combate aéreo; si a ello unimos la capacidad que proporciona la información recogida y procesada por el resto de los sistemas, digamos inteligentes, del avión, obtenemos el Sistema de Armas completo que constituye un poderoso elemento de combate. La capacidad de que se le ha dotado al Eurofighter, de fusión de sensores, le permite la integración de toda la información recogida por los mismos, fusionándola en tiempo casi real antes de presentársela al piloto, proporcionándole así solamente la información que necesita, cuando la necesita, depurada automáticamente, permitiendo al piloto concentrarse en los aspectos tácticos de la misión sin abrumarle con exceso de información. El piloto

a su vez, como un componente más del Sistema de Armas, procesa esta información, fusionándola con la que pueda obtener con sus propios sensores naturales, la analiza, evalúa y asimila dentro de su proceso de decisión para actuar en consecuencia en cada momento de su misión.

Aún siendo, como se deduce de lo anterior, esencial la información para el desarrollo de las misiones asignadas a un avión de combate actual, esta no constituye la esencia del Sistema de Armas, la cual estará constituida por el conjunto de sus propiedades características de las que una será la capacidad de tratamiento de la información, que es una parte de un conjunto de capacidades todas necesarias y esenciales en mayor o menor medida para que el Sistema de Armas pueda cumplir con la máxima eficacia las

Figura 4

## ASPECTOS DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA

### ARQUITECTURA DEL SISTEMA

- \* COMPONENTES
- \* ESTRUCTURA
- \* ELEMENTOS
- \* FUNCIONES

### ARQUITECTURA OPERATIVA

- \* FLUJO DE INFORMACION
- \* TRAZAS DE MISION
- \* TOPOLOGIA
- \* CONEXIONES
- \* CONECTIVIDAD LOGICA

### ARQUITECTURA TÉCNICA

- \* CARACTERISTICAS TÉCNICAS
- \* CAPACIDAD DE LA PLATAFORMA
- \* PROTOCOLOS DE INTRFAZ
- \* LIMITACIONES

misiones operativas para las que fue diseñado. Teniendo un Sistema de Armas aéreo una finalidad operativa, es indudable que, aún considerado como Sistema de Información, debe concebirse y desarrollarse con una arquitectura de sistema orientada operativamente, es decir, la arquitectura del sistema total debe estar focalizada en el aspecto dominante del sistema, su característica operativa, subordinando en consecuencia lo que podríamos llamar arquitectura técnica del sistema a la arquitectura operativa. En la Figura 4 se intentan representar los diferentes aspectos de la arquitectura de un sistema.

## GESTION DEL DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION

**E**n relación con las diferentes opiniones que puedan existir sobre cual es la esencia y finalidad de un determinado Sistema de Información y cual es, en consecuencia, su aspecto dominante si el informático o el funcional, surge en ocasiones la controversia sobre quién o qué organismo, dentro de una organización determinada, es el adecuado para llevar a cabo la gestión del diseño y desarrollo de un nuevo Sistema de Información.

Parece obvio que, al igual que se ha indicado para la arquitectura de un sistema, la responsabilidad de dicha gestión debe recaer en la persona o grupo que tenga la preparación y los conocimientos más adecuados sobre la finalidad y funcionalidades del sistema total y de las metas y objetivos que se quieren alcanzar con su desarrollo.

Dicho esto, es preciso afirmar asimismo que el trabajo a realizar debe ser llevado a cabo por un equipo integrado de personas, bajo la dirección de un Jefe de Proyecto, especialistas en los diferentes sistemas de que se compone el Sistema de sistemas a desarrollar, jugando un papel especialmente destacado los especialistas en informática a los que corresponde asesorar sobre los medios más apropiados para el tratamiento de toda la información del sistema y sobre su configuración, para obtener el máximo rendimiento de los mismos, colaborando así a la eficacia del sistema total.

El Jefe del Proyecto será el responsable de asegurar que los especialistas que integran su equipo trabajen estrechamente relacionados de manera a asegurar el desarrollo de un sistema perfectamente integrado, especialmente cuando se trata de un sistema complejo, y de que se alcancen los objetivos y metas que se establecieron cuando se decidió crear el sistema. Asegurará que la definición y el diseño de la arquitectura del sistema responde fielmente a la noción que se tenía de él al decidir su desarrollo, particularmente en lo que se refiere a sus fines y funcionalidades, teniendo una visión amplia del sistema junto con un conocimiento profundo de las interrelaciones entre sus elementos.

## CONCLUSIONES

**L**os sorprendentes desarrollos que se están produciendo en las Tecnologías de la Información, transformando las capacidades presentes y sus posibilidades de aplicación, hacen que constituyan un elemento imprescindible en todas las áreas de la actividad, especialmente en el caso de las Fuerzas Armadas. Su correcta aplicación permitirá a las Fuer-

zas Armadas organizarse de una forma más eficaz y operar con éxito para alcanzar así sus objetivos y el cumplimiento de su misión

La información no tiene un valor por sí misma, solamente la adquiere por el uso que se hace de ella.

No hay que confundir el término Sistema de Información con Sistema Informático. El primero abarca todos los sistemas que utilizan y procesan información, ya sea de forma manual, semiautomática o automática, independientemente de su funcionalidad y finalidad, y el segundo comprende aquellos que tienen como finalidad el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores. En los primeros predomina la funcionalidad del sistema sobre los aspectos concernientes al tratamiento de la información y en los segundos, por el contrario, el tratamiento de la información por medio de los ordenadores constituye el aspecto predominante.

Aun cuando todos los Sistemas de Información utilizan y procesan información para desarrollar la actividad para la que fueron diseñados y establecidos, pudiéndose por otra parte mejorar significativamente estos procesos de la información mediante el empleo de los medios que proporcionan actualmente las Tecnologías de la Información, no todos tienen la misma finalidad predominando en unos más que en otros los aspectos funcionales del sistema sobre los procesos de la información en sí mismos, no siendo aconsejable centrarse excesivamente al diseñarlos en los aspectos tecnológicos.

Para poder obtener el máximo provecho de los nuevos desarrollos tecnológicos, es preciso contemplar primeramente los cambios que se requieren en la organización, en los requisitos de información y en los procesos de actividad que se llevan a cabo en un sistema determinado. Es la interacción de una visión estratégica con las nuevas tecnologías lo que puede producir resultados sorprendentes. La estrategia determinará las tecnologías, los cambios en la organización y procedimientos, y los nuevos conceptos de operación.

La arquitectura de los Sistemas de Información debe diseñarse con el fin de posibilitar de la manera más eficaz posible el desarrollo de la funcionalidad global del sistema para alcanzar las metas y objetivos para los que fue creado, y de forma que permita explotar al máximo las capacidades de las Tecnologías de la Información.

El equipo de diseño y desarrollo de un Sistema de Información debe estar integrado por especialistas de las diferentes disciplinas que configuran el sistema, incluidos los de informática para combinar así los aspectos funcionales y técnicos del sistema, trabajando todos ellos en estrecha relación bajo la dirección del Jefe del Proyecto al que corresponde asegurar el desarrollo y la plena integración de todos los elementos del sistema ■