

# INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Gregorio Millán

## Industria y nuevas tecnologías

Desde hace mucho tiempo se reconoce que el desarrollo del conocimiento científico y de sus aplicaciones técnicas son factores muy importantes para el bienestar de los pueblos y para el progreso de las naciones.

El ejemplo más reciente y espectacular de los efectos de estos factores es, sin duda, el cuarto de siglo que media entre el año 1948, poco después del final de la Guerra Mundial, y el año 1973 en que se inicia la crisis del petróleo cuyos efectos gravitan seriamente todavía sobre muchos países, si bien los últimos indicadores de la OCDE señalan en estos días el probable comienzo de una reactivación económica para el conjunto de los países que la integran.

Concretamente; en ese período tan brillante, el producto nacional bruto del conjunto de los países de la OCDE creció a un ritmo anual acumulativo comprendido entre el cuatro y el cinco por ciento, y el comercio internacional lo hizo a uno mayor todavía: del 7%.

Fueron años ilusionados, virtualmente de pleno empleo, de una ambiciosa corriente de liberalización económica, que vieron nacer estructuras internacionales tan importantes como la Comunidad Económica Europea, la Zona de Libre Comercio y el GATT; organizaciones como las Naciones Unidas, la FAO y la UNESCO y durante los cuales el estándar de vida creció más rápida y sostenidamente, y para mucha más gente, que en ningún otro momento de la Historia de la Humanidad.

Hoy se sabe que la innovación tecnológica que acompañó al esfuerzo bélico y que se prolongó al final de la guerra, fue un factor de extraordinaria importancia para alcanzar la prosperidad de tan afortunado período.

Así las cosas, la grave depresión de 1973, desencadenada por el brusco aumento de los precios del petróleo, pero con causas latentes anteriores y más profundas, fue diagnosticada como una crisis estructural que, por ello mismo, no ha podido tener salida inmediata, y cuyo tratamiento ha exigido acciones traumáticas de reconversión industrial y otras medidas de efecto diferido, cuya manifestación más penosa ha sido el escandaloso nivel de desempleo, especialmente entre los jóvenes.

Entre los remedios propuestos se considera esencial, con objeto de recuperar competitividad internacional y servir a las nuevas necesidades de la sociedad, el recurso intensivo a la innovación tecnológica, mediante la potenciación de las actividades de Investigación y Desarrollo y el apoyo decidido a las industrias innovadoras, existentes o de nueva creación, las cuales adquieren así un protagonismo acentuado en la nueva situación.

Lo cual trae al primer plano de la actualidad el estudio de todo lo referente a la Ciencia, la Tecnología y sus Aplicaciones, bajo esta nueva perspectiva, cuya consideración constituye el objeto de mi intervención de hoy, en la que se incluyen referencias bibliográficas para quienes deseen profundizar en alguno de los temas que se comentan seguidamente.

El análisis del importante fenómeno científico y tecnológico y de sus efectos de carácter económico, social y político, plantea un conjunto de sugestivas cuestiones de carácter académico y práctico, a cuyo estudio y esclarecimiento se está dedicando un esfuerzo considerable durante las últimas décadas. De ello da testimonio la creciente bibliografía que se viene consagrando a estas materias. (1).

La primera cuestión es, naturalmente,

la del fenómeno en sí mismo; de los procesos del descubrimiento científico y de sus aplicaciones técnicas, así como de las relaciones entre ambos, donde las modernas investigaciones están sustituyendo el sencillo modelo tradicional de dependencia jerárquica por otro considerablemente más realista y complejo del que puede ser expresión y resumen la célebre afirmación de que "debe más la Termodinámica a la Máquina de Vapor que recíprocamente". (2).

Esta cuestión incluye aspectos fundamentales como las motivaciones de índole especulativa o aplicada que promueven la investigación científica; los requerimientos tecnológicos que permiten efectuarla por lo que respecta al instrumental, equipos de laboratorio, procesos y condiciones ambientales, etc.; finalmente, el medio académico o industrial en que se realiza y el marco institucional que lo preside.

Una segunda cuestión del máximo interés se refiere al laborioso proceso de la "innovación" Tecnológica, que conduce del descubrimiento científico o la invención técnica a su transformación mediante el desarrollo y ensayos en un producto, proceso o servicio nuevos y finalmente a su difusión e incorporación definitiva al servicio de las necesidades de la sociedad. (3).

Habida cuenta de que un gran número de proyectos de innovación se malogran en alguna de sus fases de elaboración, antes de alcanzar la etapa final de comercialización, y de que una gran parte del proceso transcurre en el seno de las Empresas, es claro el interés económico de analizar su desarrollo y el de las condiciones que lo determinan.

Entre ellas se incluyen las referentes a la difusión, asimilación y uso del saber científico y tecnológico y de modo muy especial el gran tema de la transferencia de tecnología en condiciones sa-

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

tisfactorias, la cual resulta esencial para el desarrollo económico y social, frente a la amenaza creciente de lo que alguna vez se ha llamado el "nacionalismo tecnológico", que tiende a perpetuar y profundizar el famoso "Gap" existente entre los países más avanzados y el resto del mundo. Como es sabido, la carencia de tecnología y las limitaciones estructurales para asimilar su transferencia es una dificultad fundamental para superar el subdesarrollo que padecen los nuevos países del tercer mundo que emergieron a la independencia con el proceso de descolonización provocado por la Guerra Mundial, tema que ha ocupado persistentemente la atención, entre otros Organismos, de la UNESCO desde su creación. (4).

Tan delicada materia ha venido a complicarse en los últimos tiempos con el problema de las tecnologías de doble uso: civil y militar, entre las que se incluyen, como es lógico, algunas de las más avanzadas y el justificado deseo norteamericano de prevenir su transferencia a través de terceros países al bloque antagonista encabezado por Rusia. La manifestación práctica de esta reserva es el célebre COCOM (Comité Multilateral para la coordinación del Control de las Exportaciones), cuyas normas ha aceptado recientemente España, como antes lo habían hecho otros países, tras una polémica pública que refleja la gran sensibilidad política sobre estas cuestiones. Recientemente, el Pentágono norteamericano ha endurecido las actuaciones del COCOM, ante la eventual participación de otros países en el igualmente polémico y extraordinariamente ambicioso programa de la Iniciativa de Defensa Estratégica (IDS), vulgarmente llamada "guerra de las galaxias", materia que guarda una estrecha conexión con el tema realmente hipersensible de la militarización del espacio. (5).

Una tercera vertiente del desarrollo

científico y tecnológico es el riesgo de caer en una creciente "esclavitud tecnológica", materia de la que se ha ocupado también extensamente la literatura.

Por otra parte, el uso abusivo de algunas tecnologías, la contaminación ambiental, el previsible agotamiento de ciertos recursos naturales y algunas catástrofes espectaculares son causa de movimientos políticos y sociales de prevención o rechazo de la Técnica, creando situaciones de fácil manipulación, a las que se unen las derivadas de los efectos sociales transitorios de las nuevas tecnologías en el empleo, la reconversión profesional, etc.

Para hacer frente a estas situaciones es indispensable analizar profesionalmente los efectos de todo signo, positivos y negativos, que pueden acompañar a las aplicaciones de las nuevas tecnologías, a cuyo efecto se han desarrollado métodos racionales de Valoración Tecnológica a cargo de entidades especializadas, que operan desde hace tiempo en diversos países así como en algunas Organizaciones internacionales, como parte integrante de las respectivas Políticas para la Ciencia y la Tecnología. (6).

Pero sin duda lo más importante de las cuestiones que plantea el fenómeno de la Ciencia y la Tecnología, y seguramente también la más difícil de analizar, es el estudio de sus efectos sobre el desarrollo socioeconómico de un país, en su doble vertiente de la mejora tanto del nivel como de la calidad de vida de su población.

El tema viene atrayendo la atención de los economistas desde los originales trabajos de Schumpeter de hace medio siglo sobre el concepto de la "creatividad destructiva" y la influencia del desarrollo tecnológico en los ciclos económicos largos de Kondratieff, hasta los elaborados modelos matemáticos más recientes.

La idea fundamental del tratamiento consiste en incorporar a la función de producción del sistema económico, además de los factores clásicos del capital y el trabajo, un factor endógeno adicional que mide los efectos del desarrollo científico y tecnológico y determinar su influencia en la mejora de la productividad del sistema, entendida en un sentido amplio que toma en consideración no sólo la economía de los factores clásicos en el volumen de la producción sino además su evolución hacia productos y servicios nuevos o de mayor calidad. (7).

A la vista de la complejidad del proceso, en cualquier nivel de agregación, es fácil imaginar la dificultad de llegar a resultados susceptibles de interpretaciones fiables, pero las aplicaciones concretas a series estadísticas globales y sectoriales, realizada principalmente en los Estados Unidos, permiten concluir inequívocamente la influencia muy predominante del desarrollo tecnológico sobre los demás componentes del factor "residual", en las ganancias de productividad del sistema. (8).

Recientemente también en España se están realizando trabajos muy interesantes sobre el tema, aplicados a nuestra economía, entre los que destacan los que elabora un grupo de profesores de la Universidad de Zaragoza. (9).

La importancia de la innovación tecnológica en el desarrollo socioeconómico y la conexión de aquella con la investigación científica, una vez reconocidas, generan la necesidad de promover el progreso científico y técnico con fines utilitarios. Ello origina un proceso irreversible que se inicia durante el siglo pasado mediante acciones como la creación napoleónica de la Escuela Politécnica en Francia, la del célebre laboratorio de química orgánica del Profesor Liebig en Alemania o la del de electrici-

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

dad de Edison en los Estados Unidos, y culmina en los complejos sistemas actuales, donde concurren y se combinan los esfuerzos públicos y privados de las Universidades, los Organismos de Investigación y las Empresas para impulsar el desarrollo y la aplicación de la Ciencia y la Tecnología al servicio de las necesidades de la Sociedad.

Al ser el factor científico y tecnológico una variable endógena del proceso económico, su magnitud guarda estrecha relación con los efectos que produce, lo que asigna gran relevancia a la fracción del Producto Nacional Bruto que cada país dedica a tareas de Investigación y desarrollo, en primer lugar, así como a la forma en que su volumen se distribuye entre los diversos elementos del sistema para alcanzar más eficazmente los objetivos que se persiguen en cada caso.

Para el conjunto de los países de la OCDE que integran el mundo industrializado, por ejemplo, aquel volumen se sitúa, en promedio, por encima del dos por ciento del PNB, lo que representa una cifra de más de 150.000 millones de dólares al año, con una población dedicada a tareas de Investigación y Desarrollo superior a dos millones y medio de profesionales. De aquella cifra, algo más de la mitad corresponde a gastos de Investigación y Desarrollo del sector privado, bien sea en las propias empresas, en organismos cooperativos o en centros públicos como Universidades o Institutos de Investigación, y el resto al sector público, en sus propias instituciones o a través de las empresas y de otras entidades.

Desgraciadamente en España, y a pesar del esfuerzo creciente que se viene aplicando desde hace años, la situación es mucho más desfavorable, tanto por lo que respecta a su cuantía, que se estima en un 0,4% del PNB, como por lo que se refiere a la participación del sector

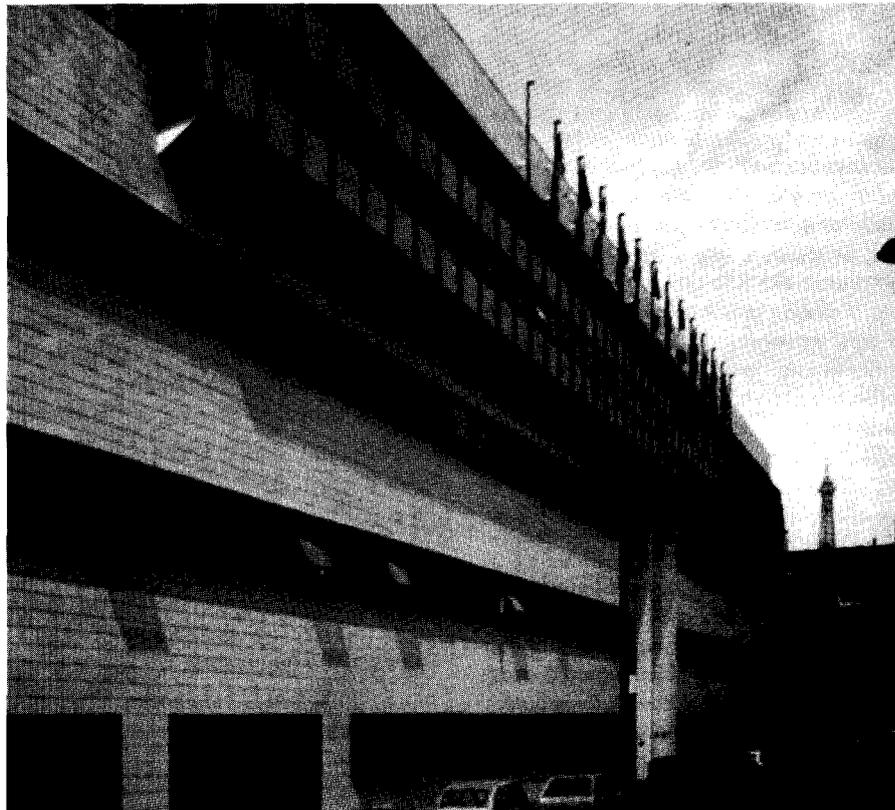
privado que se sitúa en torno a un 20% de aquél.

Por otra parte, a causa de motivaciones políticas o por la coincidencia de intereses o por la magnitud del esfuerzo requerido, una fracción creciente de estas actividades se desarrollan mediante programas de cooperación internacional, bien sea en organismos creados al efecto, como la Agencia Europea del Espacio (ESA) o el (CERN) para la Física de Altas Energías. Bien mediante actividades multinacionales de Investigación y Desarrollo realizadas por Organismos consagrados a fines más amplios, como la UNESCO, la OCDE, la Comunidad Económica Europea o la NATO. Finalmente, mediante acuerdos bi o multina-

cionales para programas específicos de carácter civil o militar. (10).

La magnitud del esfuerzo que los países avanzados consagran a actividades de Investigación y Desarrollo y la importancia de sus efectos en el desarrollo socioeconómico plantean la cuestión del empleo más eficaz de aquellos recursos, es decir, de lo que en terminología económica puede llamarse la productividad del sistema de I+D.

Se trata de un tema de gran complejidad y atractivo, cuyo interés intrínseco se ha visto estimulado por la pérdida de competitividad internacional e innovación tecnológica de los Estados Unidos de América, iniciada hace unos 20 años, a pesar de la continuidad básica



Cuartel General de ESA, París.

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

de su esfuerzo en I+D. El deterioro de la situación relativa norteamericana, para el que se ha dado multitud de explicaciones, se manifiesta, por ejemplo, en la reducción de su participación en el comercio mundial de productos intensivos en tecnología, la cual ha pasado en 25 años del 35% que le proporcionaba una situación absolutamente predominante, a un 20% que le coloca en condiciones comparables a las de Alemania Occidental o el Japón. (11).

La dificultad para cuantificar siquiera sea a efectos comparativos, la eficacia de los recursos económicos y humanos aplicados a tareas de investigación y desarrollo, en cualquiera de los niveles de agregación en que se contemple (centro o empresa, sector, global, etc.), arranca de la propia complejidad del problema que hace casi imposible una definición satisfactoria de los términos en que puede plantearse su análisis.

Efectivamente, la productividad de un sistema se mide en general por la relación entre el valor de lo que produce (nuevos conocimientos, nuevos productos, procesos y servicios, mejor calidad de vida, etc.) y los valores de los factores que lo alimentan (personal, recursos económicos, organismos, etc.), todo lo cual resulta aún muy difícil de definir en términos cuantificables con una métrica común, en el caso de la Investigación y el Desarrollo. Además, las series estadísticas disponibles son en general insuficientes, especialmente para valorar resultados.

Ante esta situación, se prefiere por el momento utilizar "indicadores" de eficacia, sobre todo para valorar la producción, tales como, por ejemplo, datos "bibliométricos" (número de publicaciones y sus citaciones), del número de patentes, de eficacia operativa de los productos y procesos (pesos, velocidades, rendimientos, etc.), en tanto se consigue desarrollar métodos más efica-

ces, sobre los que se sigue investigando. (12).

Por último, la gran significación socioeconómica de la investigación científica y el desarrollo tecnológico ha obligado, naturalmente, a los Gobiernos y a las Organizaciones Internacionales a ocuparse activa y profundamente de tales materias, mediante la definición y el establecimiento de Políticas para la Ciencia y la Tecnología, que abarcan el conjunto de agentes del proceso (Administraciones, Universidades, Centros de Investigación y Desarrollo, Empresas, etc.), y que proyectan y controlan su actividad coordinada mediante una planificación flexible a largo plazo, encaminada a lograr los objetivos sociales y económicos que se establezcan.

Tales políticas han evolucionado enormemente desde las sencillas misiones públicas iniciales de formación de científicos e ingenieros, acumulación y difusión de conocimientos y concesión de patentes, hasta el complejo sistema de recursos, organismos, programas e innumerables medidas de estímulo, apoyo y protección a la innovación tecnológica que caracterizan la situación de nuestros días. Todo lo cual ha dado lugar a una abundante bibliografía sobre la materia, especialmente y por las razones antes señaladas, desde que se inició la crisis del petróleo a comienzos de la década de los setenta. (13).

Concretamente, España acaba de promulgar hace una semana la nueva "Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica" que pretende dar respuesta a las exigencias de la nueva situación descrita. Su éxito, que todos deseamos, creo que dependerá mucho de su capacidad para incorporar las industrias al proceso de innovación, mediante una acertada gestión y aplicación de los principios y recursos que establece la Ley. Cuya nor-

mativa, por cierto, tiene una especial incidencia en el sector aeroespacial que aquí nos convoca. (14).

Las políticas para la Ciencia y la Tecnología de los diversos países y de los Organismos Internacionales incluyen en general, entre sus programas de apoyo prioritario a las nuevas tecnologías, las relativas a la Electrónica, Ordenadores, Telecomunicaciones, Láseres, Optoelectrónica, Robótica, Inteligencia Artificial, Biotecnología, Materiales Avanzados, Nuevas Tecnologías de Ingeniería y Fabricación, etc. (15).

Estas Tecnologías poseen algunos destacados caracteres comunes que permiten identificar el perfil de lo que será la nueva revolución industrial que se está gestando en estos años.

Por ejemplo; en general son tecnologías de impacto social, muy grande, con un ritmo de desarrollo muy elevado y muchas de las cuales están todavía en una fase prematura de su evolución. Piénsese en la Biotecnología o en la Robótica.

Tienen un carácter marcadamente pluridisciplinario, lo que plantea serias dificultades de capacitación profesional para su desarrollo y aplicaciones. Por ejemplo; la Inteligencia Artificial, aún en sus comienzos pero ya con realizaciones tan valiosas como los Sistemas Expertos en Geología, Estructuras moleculares, Medicina o Enseñanza, exige el concurso de psicólogos, lingüistas, especialistas en ordenadores y en las Ciencias del Conocimiento. (16).

Por último, su desarrollo y aplicaciones dependen muy directamente de las ciencias en que se basan, lo que exige una aproximación mayor que nunca entre científicos y técnicos o dicho de otro modo: entre Universidades e Industrias. Piénsese, por ejemplo, en el láser, en los materiales compuestos de alta resistencia o en los semiconductores.

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

De ahí que la relación entre la Ciencia y la Tecnología, la forma de hacerla más fecunda, constituya una cuestión básica para las nuevas políticas de innovación. Las cuales tienden a articular la aplicación de los recursos humanos y económicos consagrados a tareas de investigación y desarrollo mediante un conjunto de programas a medio y largo plazo que permiten marcar objetivos y controlar resultados.

Programas en los que la cooperación internacional tiene una participación mayor cada día. Por ejemplo; la Comunidad Económica Europea está elaborando ahora el Segundo Programa Marco de Investigación y Desarrollo que se extenderá de 1987 a 1991. En él van a triplicarse los recursos presupuestarios del Primer Programa, con lo que se alcanzará una cifra de unos 250.000 millones de pts. al año, la mayor parte de los cuales se dedicarán a temas que permitan mejorar la competitividad internacional frente al Japón y Estados Unidos, en la Industria y los Servicios. (17).

Entre los más espectaculares programas de I+D lanzados durante los últimos tiempos creo que merecen citarse tres por su dimensión y ambición tecnológica.

El **primero** es el del Japón, para los ordenadores de la 5ª generación, de diez años de duración, iniciado en 1982 y donde la Inteligencia Artificial ocupa un lugar preponderante. Es un programa nacional que ha desencadenado honda preocupación en Europa y en los Estados Unidos de América. (18).

El **segundo** es el programa civil internacional Eureka, iniciado a propuesta de Francia en Noviembre pasado para salvar el "gap" tecnológico europeo y recuperar competitividad. (19).

Por último, el **tercero** es un programa nacional militar de los Estados Unidos de América, para eliminar a finales de siglo la amenaza nuclear de los misiles balísticos. Es la polémica Iniciativa de Defensa Estratégica, a cuyo desarrollo están sumándose otros países como Inglaterra y Alemania, al mismo tiempo que se propone una versión específicamente europea del mismo, puesto que Europa plantea problemas propios en este tipo de defensa. (20).

En todos los casos el programa general se fracciona naturalmente en un gran número de subprogramas o proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, donde la participación industrial es siempre predominante.

Recién publicada la nueva ley española para la Ciencia y la Tecnología, se abre ahora el debate, que no será fácil, sobre los programas que deben integrar el Plan Nacional en torno al cual va a articularse su desarrollo. Las áreas tecnológicas que se manejan en los planteamientos coinciden básicamente, como es natural, con las citados. (21).

Para terminar voy a hacer algunas consideraciones sobre el caso específico de la Industria y las Nuevas Tecnologías para la Defensa, en el marco general que acabamos de revisar.

Comenzando por fijar la dimensión del presupuesto de Defensa que, a escala mundial, se sitúa en el nivel del billón (un millón de millones) de \$, de los que aproximadamente un 10% corresponde a tareas de Investigación y Desarrollo, cuyo ritmo anual de crecimiento es desde hace poco aproximadamente el doble que el de los presupuestos, lo que ilustra la importancia que se está concediendo durante los últimos años a la innovación tecnológica militar. (22).

Más concretamente, el presupuesto de Defensa de los países de la NATO se

aproxima a los 400.000 millones de \$, lo que representa el 5,6% del Producto Interior Bruto. Aproximadamente el 80% de aquella cantidad corresponde a los Estados Unidos.

La cantidad dedicada a tareas de I+D militar en los países de la NATO es en promedio, pero con grandes diferencias de unos a otros, del 10% del presupuesto de Defensa, lo que significa cerca de un 25% del total presupuestario (público y privado) para I+D en esos países.

Por otra parte, como la fracción de los presupuestos de Defensa dedicada a la adquisición de equipos es del orden del 25%, se comprueba la elevada cuantía de desarrollo tecnológico incorporado a los mismos.

En España la situación es, naturalmente, mucho más desfavorable que estos promedios, como ocurre también en algunos otros países de la Alianza.

Concretamente, nuestro presupuesto del Ministerio de Defensa es del 2% de PNB frente al 4% de los países europeos de la NATO, y la fracción de I+D no llega al 3% de aquél, si bien su ritmo de crecimiento está siendo últimamente muy notable.

Por lo que respecta al Comercio internacional de productos militares, el reparto tradicional de las exportaciones es el siguiente: Norteamérica, un 40%; Rusia un 30%; y Francia un 10%. Los demás países siguen muy de lejos a estos tres donde el ejemplo realmente notable es el francés. En cuanto a las importaciones, aproximadamente un tercio corresponde a los países industrializados; otro al próximo y medio Oriente y el resto al tercer mundo, con una cierta tendencia a evolucionar como consecuencia de la pérdida de recursos del mundo no industrializado, por un lado, y del notable desarrollo de la industria de Defensa en un cierto número

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS



El F-18, avión americano con buenas cifras de venta.

de países intermedios como el nuestro, Brasil, Egipto, Israel, Indonesia, etc.

La fiabilidad de la Estrategia de "Respuesta Flexible" adoptada desde 1967 por la NATO para neutralizar la amenaza del Pacto de Varsovia, exige potenciar al máximo la capacidad de defensa convencional; es decir; no nuclear de la primera, en condiciones de inferioridad numérica, para reducir todo lo posible el riesgo de escalada nuclear. La táctica propuesta en el campo de batalla consiste en el ataque al segundo y tercer escalones para impedir su entrada en acción (FOFA). (23).

Y el camino adoptado para conseguirlo consiste en promover la mejor utilización militar de las Nuevas Tecnologías, donde la NATO y especialmente Norteamérica gozan por el momento de una situación de superioridad. (24).

La más clara manifestación de esta política es la apelación al recurso de las llamadas "Tecnologías Emergentes" que se acordó en 1982, durante las reuniones de la NATO en Bruselas, a propuesta del Secretario de Defensa nor-

teamericano Sr. Weinberger, a la que ha venido a unirse durante los últimos años el propósito de una cooperación más eficaz y equilibrada entre los países europeos y entre las dos orillas del Atlántico, en la exploración y el uso militar de las nuevas tecnologías. (25).

Política que ha sido confirmada asimismo en la reunión del Consejo Ministerial de la NATO que se celebró precisamente en Lisboa, los días 6 y 7 de Junio del año pasado.

Pero ocurre, en primer lugar, que una servidumbre grave del uso intensivo de la moderna tecnología militar es que los costos de desarrollo y de fabricación de las sucesivas generaciones de los sistemas de armas, cada vez más sofisticadas, crecen más rápidamente que los presupuestos de Defensa. Con ello, el número de unidades asequibles para cada sistema tiende a disminuir con el tiempo, a la vez que aumenta su atribución, como consecuencia del incremento del poder destructivo global y se reduce su vida útil por obsolescencia técnica. Todo lo cual motiva una tendencia divergente entre necesidades milita-

res y recursos presupuestarios que a la larga obligará a reconsiderar los actuales planteamientos.

En esencia tiende a producirse una incompatibilidad entre la maximación tecnológica; es decir: de las especificaciones operativas del sistema, y la limitación de recursos, lo que obliga a compromisos, de los que existen numerosos ejemplos recientes.

Esta situación plantea un grave problema de estrategia de adquisición de los sistemas de armas importantes, cuyo tratamiento ha dado lugar, para mantener la situación bajo control, al desarrollo de una metodología cambiante, de la que son elementos importantes los criterios de "costo total del paquete"; unidos a la aplicación de un sistema de fases sucesivas y bien definidas. (26).

Por otra parte, el costo desmesurado de los modernos sistemas de armas principales, la carencia de algunas tecnologías básicas, la insuficiencia de capacidad industrial y el encarecimiento de las series pequeñas, confronta a la mayoría de los países, pero sobre todo a los de potencial limitado como el nuestro, con un grave problema de equipamiento militar, cuyas manifestaciones más obvias son la pérdida de autonomía en una materia tan delicada como la Defensa y el desequilibrio de la balanza exterior de comercio militar.

Además existe el interés evidente de estandarizar todo lo posible los equipos militares de los países que integran la Alianza o, al menos, de conseguir una condición de "interoperabilidad" que reduzca al mínimo los inconvenientes del uso de sistemas de armas y equipos de diferentes características y procedencias.

Todo lo cual significa que el desarrollo y la adquisición de los sistemas de armas y otros equipos militares se ha con-

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

vertido en uno de los temas críticos de la Política de Defensa de los países y de la NATO, cuya solución pasa necesariamente por el requisito de la cooperación internacional. Cooperación que tiene dos manifestaciones de índole diferente.

Una entre las dos orillas del Atlántico donde, fracasada hace años la famosa política de la "doble vía" ha habido que moverse hacia tratamientos más realistas y flexibles.

Recientemente, la célebre enmienda Nunn acredita la voluntad norteamericana de promover una cooperación tecnológica muy atractiva, aunque con una dimensión económica muy limitada por el momento. (27).

La otra entre los países europeos, cuyo ejemplo más ambicioso y utópico fue la propuesta de coordinación entre industrias militares del Mercado Común del Célebre Informe Klepsch, de 1978, y cuyo más eficaz instrumento es desde hace años el Grupo Europeo Independiente de programas (IEPG).

De la cooperación internacional, aquí nos interesa comentar las fórmulas que puede aplicar un país de capacidad industrial, técnica y económica limitadas.

Una primera solución obvia, a la que se apela sistemáticamente, es la fórmula "off-set" o de compensaciones, la cual permite al país o grupo de países compradores de un sistema de arma participar en la fabricación del mismo, asimilar algunas de las tecnologías empleadas, proporcionar trabajo a su industria militar y desarrollarla; finalmente, mejorar la balanza militar de pagos. La fórmula empleada generalmente suele ser la subcontratación del vendedor a las industrias del país comprador.

El principal inconveniente de este recurso estriba en que las condiciones de competitividad a que se somete a la in-

dustria local por parte del vendedor suelen ser ruinosas, a menos que el Gobierno del país comprador subvencione a su industria. Por otra parte, generalmente quedan fuera del programa algunas de las tecnologías que más pueden interesar por limitaciones de transferencia o de incapacidad tecnológica local.

Para mejorar esta situación es necesario que las autoridades de Defensa participen activa y directamente en la negociación industrial de compensaciones, en una fase muy anticipada de las mismas, con objeto de lograr los objetivos previstos y unas condiciones económicas y comerciales que sean de interés para Defensa y para su industria. En caso contrario, una gran parte del esfuerzo de compensación tan sólo sirve para dar trabajo y para mejorar la balanza de pagos, pero no la capacidad del país en su industria de armamento.

La "cofabricación", generalmente bajo licencia, de sistemas de armas ya desarrollados y en producción en otro país, constituye un paso adelante, y ha alcanzado bastante desarrollo a partir de 1976 en que el Congreso de los Estados Unidos autorizó esta forma de colaboración, aunque con limitaciones de transferencia para algunas tecnologías especiales incorporadas al sistema.

Una de las limitaciones más características, aparte de algunos aspectos económicos de este procedimiento, consiste en que el licenciatario no tiene acceso a los trabajos de desarrollo del sistema de armas que fabrica.

Esta limitación se suele subsanar mediante la colaboración entre países en el desarrollo y producción de nuevos sistemas de armas, de acuerdo con repartos de trabajo entre sus industrias que suelen guardar relación con sus capacidades tecnológicas respectivas y con el número de unidades del sistema que adquiere cada país. (28).

El procedimiento, recientemente muy extendido, tiene además una evidente capacidad de promoción tecnológica y de ordenación internacional de las industrias de defensa de los países participantes, al mismo tiempo que permite satisfacer las necesidades de cada uno de ellos bajo condiciones de competitividad internacional controladas.

Una fase todavía más avanzada y reciente es la de la colaboración internacional en programas de investigación y desarrollo sobre las tecnologías emergentes de interés común, de acuerdo con las conclusiones del citado Grupo Europeo en sus reuniones del 17 y 18 de Junio pasado en Londres. El Grupo ha identificado una treintena de tecnologías de interés común a dos o más países que le han permitido definir otros tantos Proyectos de Cooperación Tecnológica (CTP), los cuales constituyen la base para los Acuerdos de Colaboración (MOU) entre los países interesados en cada proyecto, donde se establecen las condiciones de participación y de financiación de aquéllos. La idea es involucrar a los Gobiernos, Centros de Investigación e Industrias en los proyectos que se refieran a tecnologías tales como la microelectrónica, los materiales compuestos, las cabezas de guerra no nucleares, etc., en una fase previa al desarrollo de nuevos sistemas de armas concretos.

Por último, es claro que, junto a estos procedimientos de colaboración internacional, cada país puede y debe desarrollar proyectos de sistemas de armas y programas tecnológicos propios, pero haciéndolo según criterios muy realistas y selectivos, sobre bases que permitan garantizar resultados tangibles y controlables en productos de interés para su política de Defensa y contando además con las posibilidades del mercado internacional de armamento.

Para terminar quiero decir que desde

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

un punto de vista industrial creo que España, está utilizando con éxito, últimamente, una combinación razonable de estos procedimientos en el marco de un esfuerzo económico creciente y de una política industrial de Defensa realmente estimulante.

### Referencias

- 1.— a).— Ch. Freeman: "La Teoría Económica de la Innovación Industrial".— Alianza Universal. Madrid, 1975.
- b).— M. Galdsmith: "Technological Innovation and the Economy".— John Wiley and Sons Ltd. Londres, 1970.
- c).— OCDE: "Changement Technique et Politique Economique" París, 1980.
- d).— W.E.G. Salter y W.B. Reddaway: "Productivity and Technical Change". Cambridge at the University Press. 1966.
- 2.— N. Rosemberg: "Inside the Black Box: Technology and Economics". Cambridge University Press. Nueva York, 1982.
- 3.— F. de la Sierra: "Estrategia de la Innovación Tecnológica". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid, 1981.
- 4.— a).— UNESCO. Serie sobre: "Desarrollo y Transferencia de Tecnología".
- b).— G. Millán: "El Desarrollo Tecnológico y su situación en España". ETS de Ingenieros Industriales de Tarrasa. 1983.
- 5.— Alta Tecnología. Núm. 2. Abril 1986, pág. 14.
- 6.— OCDE: "Assesing the Impacts of Technology on Society". París, 1983.
- 7.— R. Sato y G.S. Suzawa: "Research and Productivity". Auburn House Publishing Co. Boston, 1983.
- 8.— V. Refs. 1 y 7.
- 9.— A. Lafuente, V. Salas y M.J. Yagüe: "Productividad, Capital Tecnológico e Investigación en la Economía Española". Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 1985.
- 10.— a).— "Guía de la Investigación en las Comunidades Europeas". Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 1985.
- b).— CEE: "Europe 1995". Rapport FAST. París, 1983.
- 11.— R.U. Ayures: "The Next Industrial Revolution". Ballinger Publ. Co. Cambridge. Mass., 1984.
- 12.— H.I. Fufeld y R.N. Langlois: "Understanding R and D Productivity". Pergamon Press. Nueva York, 1982.
- 13.— a).— OCDE: "La Politique Scientifique et Technologique pour les Années 1980". París, 1981.
- b).— "Política de Innovación Tecnológica". Inst. Est. Económicos. Madrid, 1982.
- c).— OCDE: "Innovation Policy". París, 1982.
- d).— OCDE: "Science and Technology Policy Outlook". París, 1985.
- e).— C.A. Tisdell: "Science and Technology Policy". Chapman and Hall. Londres, 1981.
- 14.— J.M. Maravall: "La Reforma del Sistema Ciencia-Tecnología ante la Crisis". Mundo Científico, 1985, págs. 445 y Sigts.
- 15.— Varios Autores: "El Desafío Tecnológico. España y las Nuevas Tecnologías". Alianza Editorial. Madrid, 1986.
- 16.— National Academy of Sciences: "New Pathways in Science and Technology". Vintage Books. Nueva York, 1985.
- 17.— CEE: "Orientations pour un Nouvean Programme Cadre Communautaire de Recherche et Developpement Technologique. 1987-1991". Bruselas, 1986.
- 18.— a).— G.L. Simons: "Los Ordenadores de la Quinta Generación". Ediciones Días Santos. Madrid, 1985.
- b).— E.A. Feigembaum y P. McCorduch: "La Quinta Generazione". Sperling y Kupfer Editori. Milán, 1985.
- 19.— a).— Eureka. La Reniaissance Technologique de L'Europe". Propuesta Francesa. Junio 1985.
- b).— Aviation Week and Space Technology, 1 Sept, 1986, págs. 132 y Sigts.
- c).— M. Sharp: "Europe and the New Technologies". Frances Pinter. Londres, 1983.
- 20.— a).— A. Chalfont: "Star Wars". Weidenfeld and Nichalson. Londres, 1985.
- b).— F.A. Long, D. Hafner y J. Boutwell: "Weapons in Space". W.W. Norton and Co. Nueva York, 1986.
- 21.— J.M. Rojo: "El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico". Mundo Científico, 1986, págs. 424 y Sigts.
- 22.— "World Armaments and Disarmament". SIPRI Yearbook 1985. Taylor and Francies, Londres, 1985.
- 23.— a).— A. Ceccato: "NATO Doctrines and Emerging Technologies". Military Technology, Núm. 11-1984.
- b).— B.W. Rogers: "FOFA: Myth or Reality". Mil. Tech. Núm. 3, 1985.
- c).— M. Reynolds et al.: "The Conceptual Military Framework". NATO's Sixteen Nations. Dic. 1985.
- d).— J.A. Tegnelia: "La Moderna Tecnología al Servicio de la Disuasión Clásica". Revista Internacional de Defensa. Núm. 5, 1985, págs. 643 y Sigts.

## INDUSTRIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS

e).— S.L. Camby: "Limites Operacionales de las Nuevas Tecnologías". Revista Internacional de Defensa Núm. 6, 1985, págs. 875 y Sigts.

24.— S.J. Deitchman: "New Technology and Military Power". Westview Press. Boulder, Colorado. 1979.

25.— RUSI and Brassey's: "Defence Yearbook 1986". Brassey's Defence Publishers. Londres, 1986.

26.— M.D. Hobkirk: "The Politics of Defence Budgeting". MacMillan, Londres, 1984.

27.— a).— R. Carlberg: "Behind the Transatlantic Dialogue". NATO'S Sixteen Nations, Sept-Oct 1984, págs. 42 y Sigts.

b).— D. Kloske: "Enmiendas Nunn y Cualey", Coloquio — AFARMADE. Madrid 19 de Abril de 1986.

28.— D.S. Leonidis-Plessas: "Aspects and Trends of International Offset Co-production Projects". Mil. Tech. Núm. 7, 1983, págs. 12 y Sigts.

Nota: Esta conferencia fue pronunciada por el autor un motivo de COSMO 86 y debido a su extensión no pudo ser publicada en el núm. 280-281 COSMO 86: colaboración en la industria aeronáutica.



*Gregorio Millán Barbany  
Dr. Ingeniero Aeronáutico  
Académico de Ciencias*

