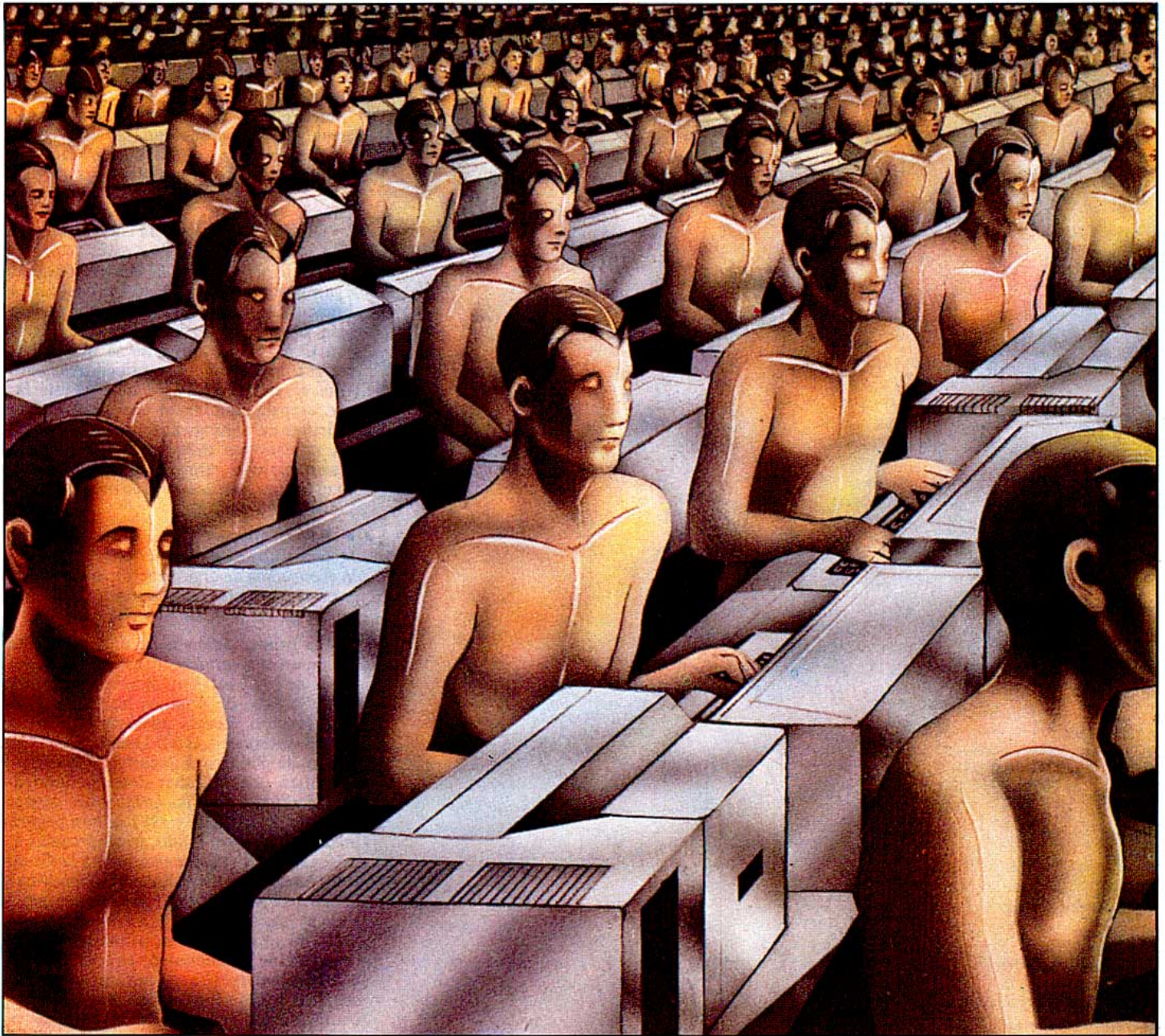




El sistema Ciencia- Tecnología-Industria en España

La importancia estratégica de la ciencia y tecnología, además del riesgo y costes que conllevan, han llevado a los gobiernos de distintos países a admitir la necesidad de jugar un activo papel movilizador e impulsor de sus políticas de investigación. En este artículo, FRANCISCO ROS y JOSE BARBERA realizan un análisis de la situación actual en España.

La importancia de la ciencia y la tecnología en el mundo de hoy es un fenómeno relativamente reciente, que se remonta, en su forma más acentuada, a los años posteriores de la II Guerra Mundial. A lo largo de estos años se ha producido un enorme avance científico y tecnológico en diversos campos tales como la aviación, la exploración del espacio, la automatización de la producción industrial y agrícola, los medios de comunicación, los computadores, la energía, etc. Este progreso se debe al enorme esfuerzo de investigación e innovación de los países que hoy en día están a la cabeza del desarrollo tecnológico.

Para llegar a este punto los países avanzados han establecido determinadas políticas de desarrollo tecnológico con el fin de canalizar las actividades de investigación, tanto básica como aplicada, hacia las áreas económicas e industriales más relevantes para cada país. Este proceso se ha basado en acciones concretas, cuidadosamente planeadas y supervisadas, proyectadas con un largo alcance que supera la simple obtención de resultados inmediatos y trata de asentar una base científica sólida para poder seguir avanzando en este sentido.

Las características de dinamismo, riesgo, coste, envergadura, y la importancia estratégica de los resultados, ha llevado a los gobiernos de los distintos países a admitir la necesidad de jugar un activo papel movilizador e impulsor de sus políticas tecnológicas. Para que los resultados sean eficaces se ha visto la necesidad de establecer una coordinación a los más altos niveles políticos y administrativos, dependientes, y en muchos casos anexos, a la misma presidencia de gobierno. Esta coordinación presenta un carácter supraministerial en lo referente a las grandes líneas y programas. Para llevar a cabo las distintas acciones se hace preciso la creación de organismos e instituciones de carácter vertical, con fácil acceso a los diferentes departamentos implicados, dotándoles de la necesaria autonomía y capacidad para manejar abundantes fondos económicos y proporcionandoles equipos humanos cualificados, extraídos de los diferentes estamentos involucrados: la administración, las universidades e instituciones de investigación, el mundo industrial y la sociedad en general.

El sistema ciencia-tecnología-industria (C-T-I) de un país refleja los mecanismos utilizados para promover e impulsar la investigación y la innovación tecnológica, con definición de objetivos a alcanzar, plazos previstos para su realización y posible utilización de los resultados obtenidos. En este proceso es imprescindible tener en cuenta los medios materiales y humanos necesarios para evitar que los objetivos establecidos se limiten a ser eso: simples objetivos sobre el papel.

Como ya se ha mencionado anteriormente la necesidad de poner en marcha un sistema C-T-I, para actuar sobre la orientación de la ciencia y la tecnología, es un fenómeno relativamente reciente que em-

“
España sigue ignorando todo lo que signifique desarrollo tecnológico.

El sistema C-T-I de un país refleja los mecanismos utilizados para promover e impulsar la investigación y la innovación tecnológica.
”

pezó a lanzarse en los comienzos de la revolución industrial y se ha ido consolidando en los países más avanzados durante la segunda mitad del presente siglo.

España que ignoró en su momento la existencia de una revolución industrial y que ha seguido ignorando y menospreciando todo lo que pudiera suponer desarrollo tecnológico —“En el sistema de intereses y prestigios de nuestra sociedad, el saber científico ha ocupado y ocupa un lugar muy secundario. En las zonas rectoras de la sociedad española, tal manquedad ha llevado con frecuencia en su seno, como causa principal una actitud de recelo o de rechazo frente a la osadía intelectual que tan imperativamente exige la conquista del saber filosófico y científico”. Como dice Laín Entralgo en una lúcida y reciente reflexión (4) sobre nuestro déficit científico— carece hasta la fecha de una estructura que pueda asimilarse a los mencionados sistemas. O, en palabras de los directores generales (en funciones en el momento de escribir estas páginas) encargados de la política científica y de innovación Sres. Muñoz y Ornia: “Nuestro modelo organizativo puede bien ser calificado de espontáneo, aunque levemente corregido por algunos intentos de coordinación. Si la experiencia demuestra que este modelo espontáneo puede ser válido y eficaz cuando se dispone de elevada financiación pública, ofrece grandes y graves desventajas cuando, como es el caso de España, los niveles de financiación son bajos”.(1)

En las páginas que siguen se va a intentar describir brevemente el funcionamiento

y los componentes de ese “modelo organizativo espontáneo para, después de dar algunos datos sobre la precaria situación de la ciencia y la tecnología españolas, finalizar mencionando el instrumento que el Gobierno ha diseñado para intentar transformar la espontaneidad en una acción organizada que obtenga mejores rendimientos de los recursos generales del país.

ORGANOS E INSTITUCIONES

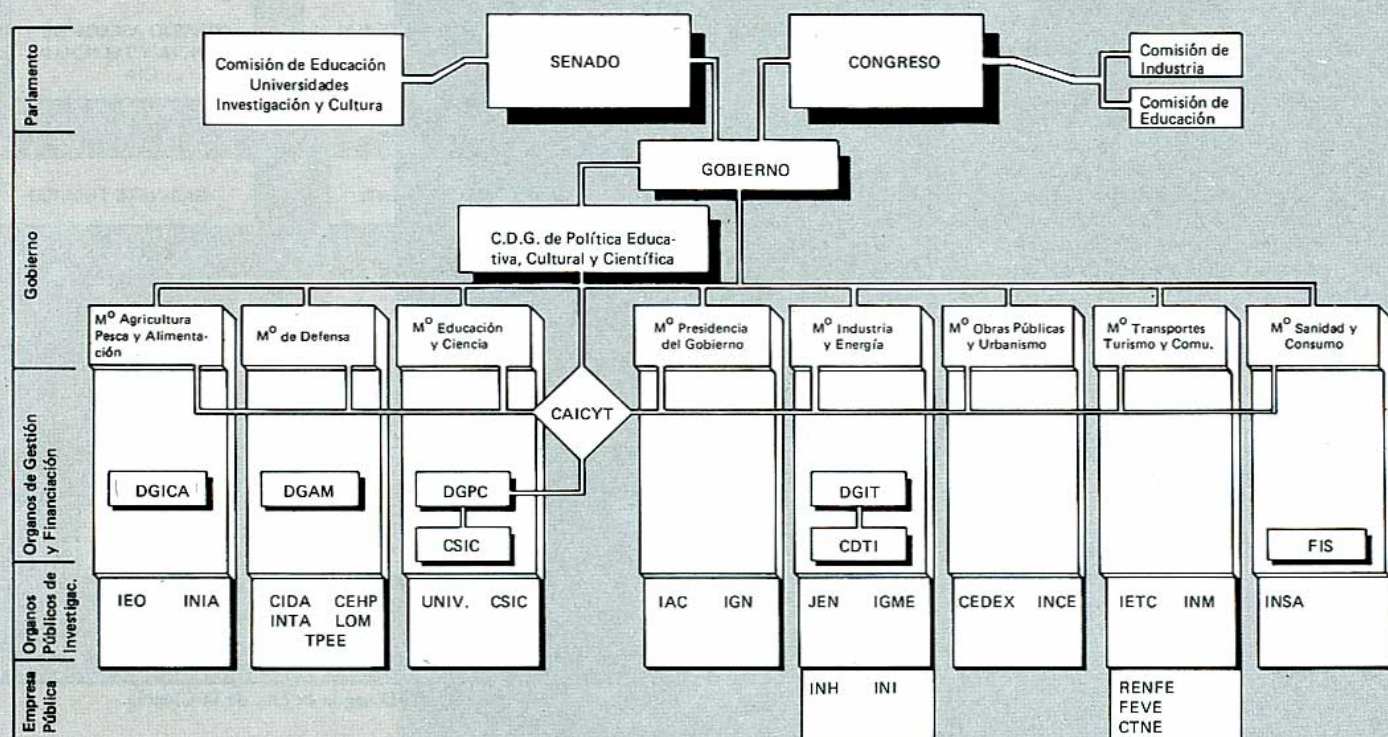
En la actualidad, la mayor parte de órganos e instituciones con capacidad de actuación en cuestiones de ciencia y tecnología son dependientes de la Administración Central. No obstante se observa un interesante crecimiento de iniciativas autonómicas, en materias propias de su interés y competencia, que están dando resultados evidentes en algunas autonomías. Aunque nos referiremos más tarde a algunas de estas iniciativas vamos a comenzar, por su envergadura, por los organismos de la Administración central.

Por su elocuencia gráfica y carácter sintetizador nos vamos a permitir apoyarnos en el esquema de organización institucional que aparece en (1) y que reproducimos aquí en la Fig. 1.

Un primer examen de dicho esquema nos muestra la enorme dispersión de actividades de I+D entre los diferentes ministerios y la falta de órganos horizontales de coordinación. Podría pensarse que la Comisión (interministerial) Delegada del Gobierno de Política Educativa, Cultural y Científica podría haber desempeñado dicha función, pero “las comisiones delegadas creadas en 1963 y 1981 ni han programado ni han coordinado, su inoperancia ha sido absoluta”(1). De esta forma la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), que estaba llamada a ejercer funciones del llamado nivel 2, es decir de programación, administración y financiación, se encontró, por defecto, con la necesidad teórica de realizar funciones del nivel 1, es decir planificación, fomento y coordinación general. En la práctica no parece exagerado decir, que la CAICYT, con la excepción hecha de algunas actuaciones recientes, apenas ha realizado labores planificadoras y coordinadoras y se ha limitado a administrar y gestionar el Fondo Nacional de Investigación de forma “espontánea”, atendiendo a peticiones variopintas provenientes de los más diversos y exóticos rincones del saber humano a cuyo lustre tan aficionados hemos sido los investigadores españoles. Por otra parte, y a pesar de su carácter interministerial, la CAICYT ha acabado transformándose en un organismo estrechamente vinculado al Ministerio de Educación y Ciencia, a cuyas instituciones dependientes, Universidad y Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), se canalizaban la mayor parte de estos fondos.

Ante una situación de desordenamiento semejante de nuestro “no sistema C-T-I” hubiera podido pensarse en la existencia de

ORGANIZACION INSTITUCIONAL



CAICYT	- Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.	DGPC	- Dirección General de Política Científica.	INH	- Instituto Nacional de Hidrocarburos.
CDTI	- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.	DGIT	- Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica.	INI	- Instituto Nacional de Industria.
CEDEX	- Centro de Estudios y Experimentación.	FEVE	- Ferrocarriles de vía estrecha.	INIA	- Instituto Nacional de Investigación Agraria.
CEHP	- Canal de Experiencias hidrodinámicas de El Pardo.	FIS	- Fondos Investigaciones Sanitarias.	INM	- Instituto Nacional de Meteorología.
CIDA	- Centro de investigación de la Armada.	IAC	- Instituto de Astrofísica de Canarias.	INSA	- Instituto Nacional de la Salud.
CSIC	- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.	IEO	- Instituto Español de Oceanografía.	INTA	- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
CTNE	- Compañía Telefónica Nacional de España.	IETC	- Instituto de Estudios de Transportes y Comunicaciones.	JEN	- Juanta de Energía Nuclear. (Centro de Investigaciones Energéticas. Medio Ambientales y Tecnológicas).
DGAM	- Dirección General de Armamento y Material.	IGME	- Instituto Geológico y Minero de España.	LOM	- Laboratorio Químico La Marañosa.
DGICA	- Dirección General de Investigación y Capacitación Agraria.	IGN	- Instituto Geográfico Nacional.	RENFE	- Red Nacional de Ferrocarriles Españoles.
		INCE	- Instituto Nacional para la Calidad de la Edificación.	TPEE	- Taller de Precisión y Centro Electrónico.

Fig. 1.— Organización institucional de la Ciencia y Tecnología en España.

un espacio legal casi vacío que habría permitido aprovechar la mencionada "espontaneidad" para, con ingenio e imaginación, ir construyendo soluciones "ad hoc" capaces de ofrecer resultados satisfactorios. Quién así piensa desconoce obviamente que las zonas rectoras de la sociedad española han sido educadas a lo largo de generaciones a recelar o rechazar la osadía intelectual —tal como mencionábamos en la introducción haciéndonos eco de las reflexiones de Lain— y a enfocar sus energías a la concepción y redacción de toda clase de leyes, reglamentos, trabas y burocracias que eliminaran toda posibilidad de riesgo, sorpresa o alteración del "status quo" y —de nuevo en palabras de Lain—

tendieran "a convertir en compacta uniformidad la siempre relativa y múltiple unidad de las cosas humanas..., la visión del mundo más como escenario de la hazaña personal que como objeto de conocimiento y dominio..., el menosprecio de las artes mecánicas, el recelo religioso ante lo que pudiera alterar ese poderoso sistema de ideas y creencias...". (4)

De esta forma no es fácil sorprenderse que personas tan cualificadas como los autores de(1) constaten que "Un rasgo sobresaliente al realizar un análisis de la situación de nuestro sistema Ciencia y Tecnología, por lo que se refiere a la Administración central, es la falta de coordinación y

el entrecruzamiento funcional existente entre los distintos organismos que en nuestro país poseen competencias en materia de investigación científica e innovación tecnológica. La vigente organización institucional es, como se verá, inútilmente compleja y escasamente operativa... En consecuencia con esta complejidad y entrecruzamiento funcional, existe un complicado mecanismo legislativo".

De la misma forma tampoco habría que sorprenderse de comprobar que los tres organismos, CAICYT, CDTI y FIS, específicamente concebidos para nutrir, en teoría de forma selectiva, los presupuestos de los órganos ejecutores de la I+D, no tengan en

la práctica capacidad reguladora al manejar conjuntamente sólo el 15 por 100 del total de gastos del sector público en investigación(1). El 85 por 100 restante llega a los centros ejecutores por transferencias directas del ministerio del que dependen.

Poco podemos decir todavía de las comisiones dependientes del Senado y del Congreso que habría que incluir, más bien, en lo que podría ser la organización institucional resultante del esfuerzo renovador y modernizados que parece estar iniciando el Gobierno y en el que deberán participar, de forma activa también, el mundo empresarial, las organizaciones profesionales, los medios de comunicación y demás estamentos sociales.

Un reflejo importante del nuevo espíritu que parece aflorar en sectores, todavía minoritarios, de nuestra sociedad en el terreno de la ciencia y la tecnología lo pueden dar la actuación de algunas comunidades autónomas como las de Andalucía, Aragón, Asturias, Cataluña, Valencia y País Vasco que han comenzado ya a definir y estructurar sus propios órganos de planificación, gestión, ejecución y asesoramiento de sus actividades de política científica y tecnológica.

EL PAPEL DE LA UNIVERSIDAD

La universidad española, cuya misión esencial es la formación de personal cualificado en las diversas áreas de las ciencias, ingenierías y humanidades, constituye uno de los pilares básico del sistema C-T-I. Por un lado, es responsabilidad directa de la universidad la formación y entrenamiento de los futuros investigadores e innovadores que la sociedad demanda; por otro, la universidad debe de realizar asimismo tareas propias de investigación, no sólo para poder formar adecuadamente a esos investigadores, sino también para responder a las necesidades reales del país en este sentido.

La investigación en las universidades españolas no puede decirse que tenga una tradición demasiado arraigada, sobre todo en cuanto a investigación tecnológica se refiere. La principal tendencia se ha orientado hacia la investigación básica, con poco contacto con la realidad exterior y, en muchos casos, sin ninguna conexión entre grupos investigadores, lo que ha supuesto duplicaciones innecesarias de esfuerzos.

Con ello no se quiere decir que la investigación básica no sea necesaria; antes al contrario, la investigación fundamental es esencial para construir una sólida base científica, imprescindible para cualquier desarrollo e innovación posterior. Que esto es así lo viene a corroborar el hecho de que los japoneses, que han basado su actual potencial tecnológico en innovaciones y desarrollos obtenidos a partir de las investigaciones de otros países, se encuentran ahora con el hecho de que para seguir avanzando en ese camino es preciso potenciar la investigación fundamental propia, aunque

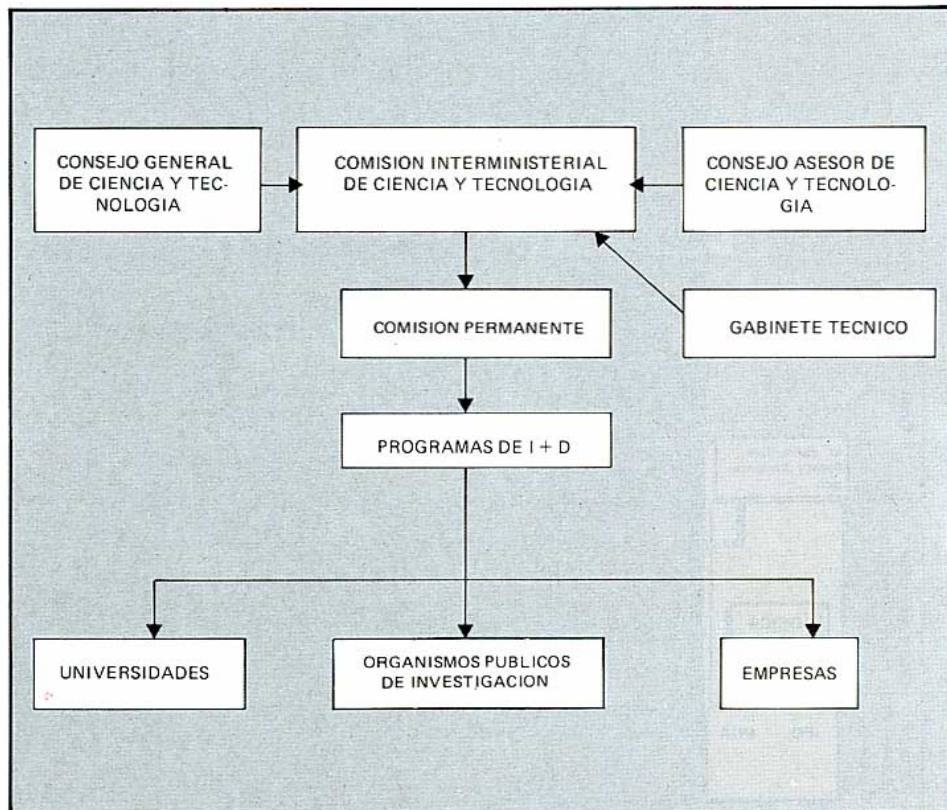


Fig. 2.— Organización prevista de la I+D según la Ley de la Ciencia.

en estrecha conexión con investigaciones aplicadas que permitan el desarrollo de productos dentro de una política global de planificación de I+D.(3)

El panorama actual de I+D en la universidad española no resulta demasiado alentador. Como causas de esta situación podemos citar las siguientes:

- Los fondos y recursos asignados a investigación propia de la universidad son escasos y se reparten sin ningún criterio de prioridades (véase apartado "Recursos financieros y humanos").

- La CAICYT ha sido, tal como se verá más adelante, el principal mecanismo de promoción y subvención de la I+D en la universidad. Sin embargo los procedimientos establecidos para la concesión de ayudas han sido tan largos y tediosos que el tiempo transcurrido entre la solicitud y la posible concesión solía ser de alrededor de un año, por lo que ha resultado difícil la creación y mantenimiento de equipos estables.

- El problema de formar y mantener equipos estables de investigación viene acentuado por las diferencias salariales ofrecidas por la industria, sobre todo en las áreas tecnológicas con mayor demanda.

- Los ejemplos de cooperación con la industria para realizar trabajos de investigación son relativamente pocos, normalmente sobre temas a corto plazo, lo que tampoco favorece la estabilidad de los equipos. Esta colaboración ha sido además dificultada por una serie de trabas y vacíos legales que, en parte, han sido solucionados

por el marco legal proporcionado por la Fundación Universidad-Empresa.

- La excesiva duración de las carreras técnicas y la ausencia de planes cíclicos no ha favorecido la formación de investigadores. Este hecho incide directamente sobre la escasez de profesores universitarios en las áreas tecnológicas más demandadas lo que repercute en la capacidad de las facultades y escuelas para producir graduados con los perfiles demandados por la industria. En un reciente informe de FUNDESCO(5) sobre la formación de técnicos e investigadores en Tecnologías de la información (TI) se evidencia el desequilibrio existente entre la oferta y la demanda de titulados. En el Cuadro 1 se muestra la demanda de titulados superiores en los sectores de TI por tipo de actividad, durante el cuatrienio 1985-88. Puede verse que más de la mitad de la demanda corresponde a Investigación y desarrollo y Diseño y proyectos, actividades más relacionadas con la investigación y la innovación.

A pesar de todas estas circunstancias desfavorables hay que dejar constancia del enorme esfuerzo que muchos grupos universitarios están realizando para salir a flote y poder navegar en aguas tormentosas. Como ejemplos de este esfuerzo producido durante los últimos años tenemos que:

- Se ha afianzado la colaboración entre la industria y la universidad, con una mayor confianza de aquella hacia ésta y con un mayor acercamiento de la universidad a los problemas reales.

- Las actividades de I+D de algunos

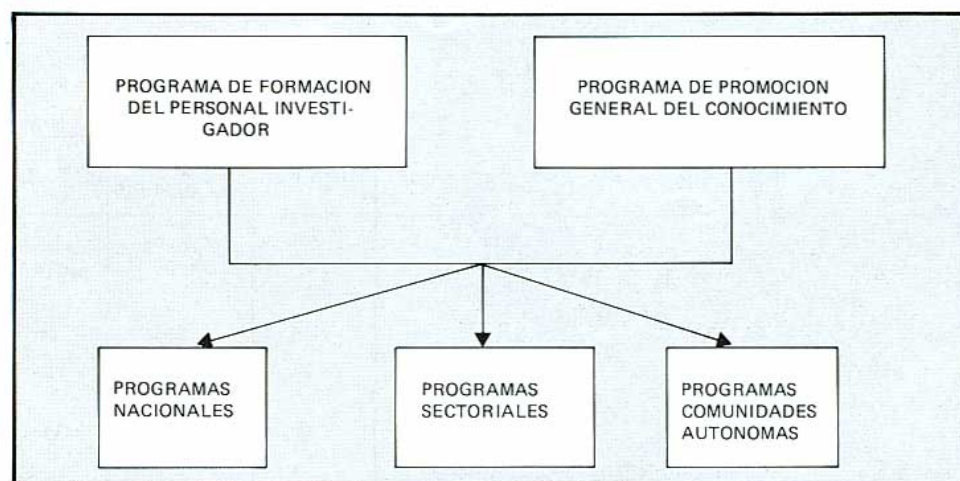


Fig. 3.— Esquema del Plan Nacional de I+D.

departamentos universitarios están en línea con las realizadas en otros centros extranjeros de prestigio. A ello ha contribuido la formación en universidades extranjeras de profesores e investigadores españoles (formación de postgrado sobre todo y el intercambio de información en congresos científicos).

- Se ha iniciado, por parte de algunos grupos, la participación en programas internacionales de I+D. En este sentido merece citarse el Programa ESPRIT de la CEE en el que determinados grupos de nuestra universidad no sólo han comenzado a establecer contactos aún antes que España se integrase en la Comunidad, sino que además han ido por delante de la Administración presionándola para que ponga en marcha los mecanismos de subvención y apoyo necesarios en este tipo de programas.

EL PAPEL DE LOS ORGANISMOS PUBLICOS DE INVESTIGACION (OPIS). EL CSIC.

En la Figura 1 ya se vio el esquema general de la organización de la I+D en España. En este esquema aparecen el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC); la Junta de Energía Nuclear (JEN) que pasa a denominarse Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas; el Instituto Geológico y Minero de España (IGME); el Instituto nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO). Todos estos organismos constituyen los OPIS. Excepto el CSIC, que es el único que tiene un carácter general, todos los demás OPIS son sectoriales, dependientes de diferentes ministerios. Debido a la generalidad con que se tratan en este artículo los temas de I+D, en lo que sigue nos referiremos únicamente al CSIC.

El CSIC es un organismo constituido por una compleja red de laboratorios e institutos de muy diferente naturaleza. La

misión general del CSIC es la realización de investigación, tanto básica como aplicada, aunque no ha existido, al igual que en el caso de la universidad, una planificación global de la política de investigación del organismo, sino que sus diferentes centros han funcionado de manera más bien autónoma y descoordinada en cuanto a los temas y tipo de investigación que realizan, con poca o nula conexión con los temas de interés en la industria y la agricultura. Por ello el papel del CSIC ha sido más bien deslucido durante bastantes años, lo que le ha valido una fama en nada comparable a la de otros centros de investigación prestigiosos en países extranjeros.

En los tres últimos años el CSIC ha comenzado a renovar sus estructuras, incrementando su colaboración con la Universidad y la apertura a los sectores productivos, de acuerdo con las directrices del Gobierno. De este modo se ha venido preparando para constituirse en un organismo más ágil, flexible y eficaz y desempeñar el papel clave que le asigna la reciente Ley de la Ciencia.

Las acciones más importantes realizadas durante estos tres últimos años encaminadas a alcanzar los objetivos señalados son:

- Reforzamiento de la gestión científica del CSIC mediante la creación de un Gabinete de Estudios de la Presidencia, como órgano de trabajo y apoyo a su gestión.
- Renovación de la plantilla del personal investigador que, como consecuencia de la congelación de plantillas de 1973, había envejecido notablemente (la edad media era de 47 años). Mediante diversas convocatorias se amplió la plantilla a partir de 1985, con un efecto muy positivo sobre el propio personal del CSIC que lo vio como un signo claro de confianza por parte del Gobierno.
- Reducción del número de institutos, muchos de los cuales eran totalmente inoperantes e inviables. En estos tres años el CSIC ha pasado de 185 centros a tan sólo 85, racionalizando los recursos disponibles.

- Incremento de la agilidad y flexibilidad mediante el establecimiento de centros mixtos con la universidad española y de centros que cooperan con otros similares internacionales.

- Programación de la actividad científica mediante programas de investigación enmarcados en diez macroobjetivos, iniciando en 1985 una evaluación sistemática de los resultados obtenidos en la primera fase de la programación.

- Establecimiento de los "programas movilizados" y "programas temáticos" como instrumento horizontal de coordinación del sistema C-T-I. El CSIC puede, mediante estos programas, coordinar la actividad de grupos de investigación externos al organismo que deseen trabajar en estos temas.

EL PAPEL DE LAS EMPRESAS

Podría encontrarse el origen más inmediato de nuestra situación industrial y empresarial en la segunda mitad de este siglo, tras los años de la postguerra, aunque algunos factores típicos de la industrialización española estaban ya presentes en el siglo pasado.

Durante ese período se inicia en España un desarrollo industrial basado en la sustitución de las importaciones, hecho derivado de la situación peculiar de aislamiento internacional. Como consecuencia de esas circunstancias, la competencia con empresas extranjeras es prácticamente nula, de manera que las empresas españolas se crean y mantienen casi con total independencia de su calidad y nivel técnico.

A principios de la década de los cincuenta comienza un proceso de apertura en el que se adquieren bienes, técnicas y capital extranjero. El desinterés por desarrollar técnicas propias es notorio y a ello contribuye la Administración con su apoyo a la adquisición de tecnología del exterior, con la única preocupación de no pagar excesivos royalties y sin ocuparse de aspectos fundamentales como es el de la asimilación y transferencia de la tecnología importada.

Esta situación ha ido mejorando con el transcurso del tiempo, adoptando una serie de medidas complementarias al adquirir tecnología extranjera, pero a pesar de ello la situación actual de nuestra industria no es demasiado halagüeña debido, por un lado, a la ausencia de un nivel adecuado de investigación propia y, por otro, a la importación masiva e incontrolada de tecnología sin capacidad real para asimilarla.

La realización de I+D por parte de la industria española tiene unas dimensiones francamente reducidas como se verá a partir de los datos que se muestran más adelante. Dentro del marco general existente de una ausencia total de planificación de I+D, la actividad empresarial en este sentido no es tampoco especialmente brillante.

Hay pocas empresas que tengan sus propios laboratorios de I+D, y en esos casos, la actividad desarrollada es de cortas miras debido al condicionamiento de la obtención de beneficios en breve plazo. Esta situación se agrava en el caso de empresas en las que sus centros o departamentos de I+D están desconectados del resto de los departamentos de la propia empresa, con un sentimiento, entre su propia plantilla, de falta de utilidad y al que se añade frecuentemente la infravaloración real de las actividades de I+D por parte de las propias empresas, las cuales han creado, en bastantes casos, centros de investigación por razones de prestigio más que por convencimiento de su necesidad.

Además de la investigación propia de las empresas existen ejemplos de colaboración entre empresas y grupos de investigación y, además, ese acercamiento entre ambos entornos tienden a ser cada vez más frecuente. Sin embargo esta actuación espontánea no puede servir de base para definir globalmente una política de innovación que permita, en último término, la generación de nuevos productos, procesos y servicios que deban derivarse del desarrollo tecnológico.

Recientemente se ha puesto en marcha programas de cooperación precompetitiva entre empresas del mismo sector, tanto del mismo país como de países diferentes, para aumentar la eficacia de los recursos propios disponibles mediante la unificación de esfuerzos, y con el objetivo de generar tecnología común a medio plazo. Algunas empresas españolas han comenzado a colaborar en esos programas, a lo que también ha contribuido el estímulo suscitado desde la Administración.

ORGANISMOS PROMOTORES DE I+D

Según se ha señalado anteriormente no existe en España un mecanismo claro para el establecimiento y supervisión de la política científica y tecnológica. Los objetivos que se han fijado en este sentido han sido, hasta hace poco, excesivamente genéricos, resumiéndose en el incremento del potencial investigador y técnico, el equipamiento de departamentos y laboratorios y la satisfacción de necesidades básicas de funcionamiento de los equipos, todo ello sin fijar prioridades de ningún tipo a la hora de hacer las asignaciones.

Los principales organismos que de un modo u otro, se han ocupado tradicionalmente de fomentar y gestionar la I+D en nuestro país son la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), y el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI). A esto habría que añadir otros, como el Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS), pero que no se incluyen aquí por tener carácter exclusivamente sectorial.

CUADRO 1

Demanda de titulados superiores en TI en 1985-88

Tipo de actividad	Microelec.	Informát.	Telecom.	Automat.	Componen. + Consumo	TOTAL
Investig. y desarrollo	234	1.496	1.107	237	—	3.074
Diseño y proyectos	—	7.365	694	152	55	8.266
Producción	78	1.066	90	56	206	1.496
Operación y mantenimiento	—	1.789	171	45	—	2.005
Ventas y aplicaciones	—	2.958	226	107	—	3.291
Gestión y administración	39	1.462	180	28	14	1.723
Alta dirección	19	138	3	17	—	177
Enseñanza	20	464	49	23	—	556
Otros	—	463	200	—	—	662
TOTAL	390	17.200	2.720	665	275	21.250

CUADRO 2

Financiación del CDTI en 1984

Actividad	Nº de proyectos	%	Presupuesto (millones ptas)	%	Aportación CDTI (millones ptas)	%
Proyectos de riesgo	44	50,0	3.166,1	31,5	1.495,8	36,9
Crédito privilegiado	42	47,7	6.560,9	65,3	2.495,1	61,5
Capital-riesgo	2	2,3	316,1	3,2	63,3	1,6
TOTAL	88	100,0	10.043,1	100,0	4.054,2	100,0

CUADRO 3

Financiación del CDTI en 1984 por sectores tecnológicos

Area	Nº de proyectos	%	Presupuestos (millones ptas)	%	Aportación CDTI (millones ptas)	%
Agroalimentación	18	20,5	980,9	9,8	358,8	8,8
Bioteología y Medicina	15	17,0	1.313,7	13,1	546,2	13,5
Electrónica e Informática	29	33,0	4.397,7	43,8	1.608,8	39,7
Energía	9	10,2	869,2	8,6	502,3	12,4
Mecánica	17	19,3	2.481,6	24,7	1.038,1	25,6
TOTAL	88	100,0	10.043,1	100,0	4.054,2	100,0

La Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)

La CAICYT se creó en 1958 con la misión de coordinar la política global de investigación pública, convirtiéndose más adelante en el órgano de apoyo y enlace entre la Comisión Delegada de Política Científica y la red de centros públicos de investigación. Para cumplir su cometido se creó en 1964 el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica, dotado inicialmente con 100 millones de pesetas, cantidad que ha ido aumentando hasta más de 1.000 millones en 1979, 1980 y 1981, y ha llegado a superar los 9.000 millones de 1985.(1).

La promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (popularmente conocida como "Ley de la Ciencia", de la que se hablará mas adelante) supone, cuando entre en vigor, la desaparición de la CAICYT, cuyos efectivos serán transferidos a la Comisión Permanente.

En estos años la CAICYT, aunque no ha sido un verdadero papel de planificación global de la I+D, sí ha desempeñado importantes funciones de promoción y patrocinio de la investigación, tanto básica como aplicada. De hecho, ha apreciado a los ojos de la comunidad científica española como la "ventanilla" a la que acudir en busca de subvenciones para realizar diversas tareas de investigación. Más raro ha sido, sin embargo, encontrar entre sus actuaciones la de señalar y promover líneas prioritarias; algún intento ha habido en este sentido, aunque sin demasiado éxito como luego se verá.

Los mecanismos que la CAICYT ha utilizado para financiar las actividades de I+D han sido los siguientes:

● Proyectos de investigación

Responden a solicitudes presentadas por un equipo de investigación de la universidad, centros públicos de investigación o centros privados sin finalidad lucrativa. Los tipos de Convocatoria establecidos han pasado por diversas vicisitudes, comenzando con una convocatoria abierta, pasando luego en 1969 a dos plazos anuales de presentación de solicitudes de subvención y posteriormente a un solo plazo. Más adelante se restableció la convocatoria abierta para volver de nuevo, a partir de 1983, a la convocatoria cerrada, aunque con un período medio de tres meses.(1)

● Proyectos de investigación

Los proyectos de investigación prevén una duración de tres años (en algunos casos ampliables a cinco) y para su solicitud hay que presentar una memoria describiendo las acciones a realizar, plazos previstos y recursos humanos y materiales con los que cuenta el equipo investigador.

La selección de estos proyectos se realiza mediante un sistema de ponencias de expertos, siendo los responsables de las mismas relevantes científicos de diversas áreas de la ciencia y tecnología. Los ponentes cuentan con un panel de evaluadores externos que, con carácter secreto, emiten informes a las ponencias aconsejando o desaconsejando la concesión de la subvención. En base a esto la aprobación definitiva se somete al Comité Interministerial de Programación que lo pasa en último término al Consejo de Ministros.

Una vez en marcha el proyecto de investigación, se establece un procedimiento de seguimiento que, en la práctica, no ha funcionado demasiado satisfactoriamente, debido, entre otras cosas, a la escasez de personal disponible.

● Planes concertados de investigación

El propósito de los mismos es proporcionar ayudas financieras a las empresas

para fomentar la investigación dirigida al desarrollo de procesos y productos en España. Estos planes se orientan a la realización de proyectos específicos, con unos objetivos bien definidos.

La realización del proyecto corresponde a una determinada empresa y la subvención de la CAICYT se configura como un préstamo sin intereses por una cantidad de alrededor del 50% del presupuesto total del proyecto. Los procedimientos de selección de proyectos de este tipo son similares a los de los proyectos de investigación, si bien en este caso la Administración, al ofrecer préstamos a la empresa en condiciones tan favorables, cuida con mayor empeño el seguimiento del proyecto y la evaluación de los resultados para asegurar la finalidad perseguida.

● Planes concertados-Coordinados

Similares a los anteriores excepto que ahora la empresa colabora con uno o más equipos de centros públicos de investigación. Esta colaboración se regula mediante un convenio, que debe ajustarse a unas normas establecidas.

En estos planes la ayuda de la Administración a la empresa es como la de los planes concertados; sin embargo la financiación correspondiente a los organismos públicos cubre el 100% de las cantidades estipuladas en el convenio suscrito.

● Programas especiales de I+D

A diferencia de los anteriores planes y proyectos, que pueden catalogarse como de respuesta pasiva por parte de la Administración, en los programas especiales de I+D

CUADRO 4

Total de científicos e ingenieros dedicados a I + D, (1980)

España	15.932
Francia	83.000
India	28.000
Japón	463.000
U. Soviética	1.411.000
Reino Unido	87.000
EE.UU.	661.000
RFA	122.000

CUADRO 5

Comparación entre científicos e ingenieros diplomados entre aquéllos que se dedican a I + D, en equivalentes a jornada completa (EJC)

País	Año	(1) Diplomados por 10.000 habitantes	(2) Dedicados a I+D (EJC) x 100.000 hab.	Ratio (2)/(1)
España	1979	101	26	0,257
Argentina	1980	196	35	0,179
Portugal*	1978	111	21	0,189
Venezuela*	1980	64	31	0,484
Italia	1978	98 (E.A.)	71	0,725
Francia	1979	233 (E.A.)	136	0,584
EE.UU.	1980	118 (E.A.)	277	2,348
RFA	1979	322 (E.A.)	198	0,615
Japón	1980	353 (E.A.)	367	1,040

FUENTE: Propuesta del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, V Centenario, CYTED-D (1983).

* Datos estimados.

E.A.: Económicamente activos.

la CAICYT lanza unas líneas prioritarias de investigación y desarrollo de acuerdo con las necesidades tecnológicas, económicas y sociales del país.

Se puede decir que éste ha sido el primer intento encaminado a planificar la política científica estableciendo prioridades en I+D. Así por ejemplo ha habido programas especiales de I+D en biotecnología, microelectrónica, robótica, acuicultura, ... Estos programas fueron promovidos por todos los centros directivos representados en el Comité Interministerial de Programación de la CAICYT, acomodándose a la política de los diferentes departamentos. Sin embargo, al no existir una planificación global, de carácter supraministerial, los objetivos perseguidos han respondido, en muchos casos, al interés de diversos grupos de presión con manifiesta desconexión de la realidad científica¹.

Sin embargo, la experiencia de estos programas puede ser interesante y se espera que todos o algunos de ellos, puedan reconducirse dentro del marco de la nueva Ley de la Ciencia.

El Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI)

El CDTI fue creado en 1978 con el apoyo del Banco Mundial, mediante créditos a largo plazo, con el objetivo de constituirse en un importante órgano de gestión y financiación de la política de innovación tecnológica del país.

La estructura que se le dio entonces fue la de un organismo autónomo de carácter administrativo, bajo la tutela del Ministerio de Industria. Esta estructura, junto con la escasez de medios humanos y materiales, demostró ser poco flexible para conseguir los objetivos para los que fue creado. Aparte de esta limitación estructural existían otros problemas de carácter funcional tales como:

- Una única figura para la financiación de proyectos de innovación, por la que el CDTI participaba en los costes de desarrollo de la empresa, recuperando su aportación mediante la aplicación de un canon sobre las ventas del producto desarrollado. Esto favorecía a las industrias de productos, pero no a las de procesos ni de servicios. Concretamente esta fórmula se ha mostrado adecuada para empresas pequeñas y medianas que desarrollen innovaciones de producto, pero no sirve para grandes empresas que consideraban que lo importante no es compartir el riesgo sino reducirlo mediante una financiación especial cuyo coste sea conocido de antemano.

- Los procedimientos administrativos establecidos por el CDTI eran demasiado rígidos y tenían poco que ver con las prácticas normalmente utilizadas por el mundo industrial.

- El personal disponible era de carácter funcional, sin la experiencia empresarial, capacidad de gestión y conocimientos

técnicos especializados necesarios para este tipo de actividad.

- Existía una notable descoordinación con la CAICYT, ya que el CDTI acometía misiones específicas de aquélla, al financiar proyectos en su fase inicial -con elevado riesgo tecnológico- en vez de cumplir su objetivo esencial de financiar proyectos de innovación correspondientes a las fases finales del proceso de desarrollo tecnológico. Como consecuencia los retornos recibidos han sido prácticamente nulos.

En noviembre de 1983 el CDTI fue transformado en una sociedad de derecho público con características organizativas nuevas y con una reconversión de sus funciones; entre ellas se destacan:

- El personal directivo no es de tipo funcional sino que lo integran expertos de la industria.

- Se refuerza la cooperación con la CAICYT para evitar los solapamientos anteriormente señalados.

- Se simplifican los procedimientos administrativos iniciales para acomodar estos a las reglas de funcionamiento de las empresas.

- Se definen áreas tecnológicas prioritarias.

- Se promueve la colaboración entre la Industria y las universidades y centros de investigación.

- Se establece un programa de servicios como apoyo a la innovación tecnológica.

De este modo el CDTI se convierte en el instrumento ejecutor de la política de innovación tecnológica. Para ello se ponen en marcha diversos mecanismos:

● De carácter financiero

Para facilitar el desarrollo de nuevos productos y procesos en las industrias innovadoras; se establecen las siguientes modalidades:

- Financiación de proyectos de riesgo, tal como se venía aplicando hasta la transformación de 1983.

- Concesión de créditos privilegiados, para el caso de proyectos de innovación con certeza fundamental de éxito comercial.

- Participación en el capital social de empresas innovadoras; esta nueva modalidad se puede aplicar en los casos en los que el CDTI considere interesante formar una empresa o una mayor intervención en la misma.

● De promoción y apoyo a la innovación

Son medidas complementarias de carácter no financiero que existen también en otros países y que han demostrado ser necesarias para reforzar las anteriores. Como ejemplo se citan: el asesoramiento e información tecnológica a las empresas, el acercamiento de la Industria a la Universidad,

la organización de seminarios sobre gestión de la innovación, la organización y asistencia a jornadas, exposiciones, etc. sobre temas tecnológicos de interés.

Durante 1984 el CDTI ha realizado las actividades de financiación de la innovación que se muestran en el Cuadro 2.¹

Puede observarse que con el nuevo funcionamiento del CDTI el mayor porcentaje de financiación corresponde a la modalidad de créditos privilegiados, posibilidad ésta no contemplada en la estructura inicial del organismo.

La distribución de proyectos aprobados por sectores tecnológicos en 1984¹, se puede observar en el cuadro 3.

Destaca el área de electrónica e informática con un porcentaje de casi el 40% del total debido a los compromisos fijados por el PEIN.

En resumen puede decirse que el CDTI parece haber dado los primeros pasos para constituirse en un instrumento esencial para la innovación tecnológica que España necesita aunque sería deseable que ampliase sus funciones, de manera que no actuase tan solo como una entidad financiera, sino que su grado de implicación abarcase el desarrollo global del tejido industrial del país.

RECURSOS FINANCIEROS Y HUMANOS

Un índice importante para analizar la capacidad de acción de un país en el terreno científico y tecnológico viene dado, sin lugar a dudas, por la magnitud o potencialidad de sus recursos financieros y humanos. Es evidente que la puesta en práctica de cualquier tipo de plan requiere, inexcusablemente, la existencia de las "fuerzas humanas y financieras" necesarias para evitar que el establecimiento de objetivos quede reducido a un simple juego de salón.

Con el fin de obtener una idea más precisa de la situación actual de España así como de su potencialidad, conviene examinar los datos existentes sobre la evolución reciente de los recursos financieros y humanos en nuestro país y compararlos con los de algunos países de nuestro entorno.

Llegados a este punto es preciso dejar inmediatamente claro que una de las penosas consecuencias de la falta de coordinación y planificación de las actividades científicas y tecnológicas, en España, es la ausencia de datos fiables sobre los mencionados recursos. Esta situación resulta especialmente fuborosa cuando los organismos internacionales intentan reflejar la situación española. En un momento en el que se quiere empezar a hacer política tecnológica resulta de la máxima urgencia poner en marcha un sistema fiable de recogida y análisis de datos.

Parece ser que el último, y único publicado hasta la fecha, censo fiable de científicos e ingenieros, dedicados a tareas de I+D

se realizó en 1980 y arrojó una cifra de 15.932, totalmente insuficiente si se la compara con las otras cifras de la Tabla 4 obtenidas de⁶.

Por otra parte ese mismo censo mostraba un distribución por edades, con datos tales como una edad media para los investigadores del CSIC, de casi 47 años, que ilustraban de forma elocuente el carácter funcional y monolítico de la investigación española.

Otros datos que pueden ilustrar también nuestra penuria investigadora son los reflejados en los Cuadros 5 y 6.

Estos datos adquieren todavía más relevancia si se observa que esa carencia está deteniendo en algunos sectores un cierto despegue industrial. Este hecho aparece claramente puesto de manifiesto en el mencionado informe de FUNDESCO⁵ sobre técnicos e investigadores en tecnologías de la información, que incluye datos como los de el Cuadro 7.

Si nos referimos a datos económicos obtenemos cifras como las de el Cuadro 8 (obtenida de ¹), que si se la compara con las de el Cuadro 9 (obtenida del Vol. II de³ o el Cuadro 10 nos corroboran la situación de abandono ya detectada.

Por otra parte una comparación de los Cuadros 8 y 9 nos indica también la escasa actividad privada en tareas de I+D, en relación con la de otros países, ya que mientras en éstos es frecuente una incidencia de la inversión privada sobre el total, equivalente o superior al 50%, en España esta participación se reduce al 20%. Como vemos no es sólo el gobierno el que tiene que cambiar su apreciación de la importancia de la ciencia y la tecnología.

UN PASO HACIA EL FUTURO: LA LEY DE FOMENTO Y COORDINACION GENERAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA

Con el fin de solucionar todas las deficiencias señaladas anteriormente que caracterizan nuestro "no sistema de ciencia-tecnología-industria", el Parlamento español ha aprobado recientemente la mencionada ley que pretende sentar las bases para la construcción de un sistema racional de C-T-I.

No es el objeto de esta sección el comentar la Ley de la Ciencia, sino tan solo resaltar sus aspectos más destacados y plantear algunas cuestiones que consideramos importante tener en cuenta a la hora de articular el desarrollo de la ley. Para mayor información véase las referencias¹ y².

Organización de la I+D

La organización de la I+D responde al esquema que se muestra en la Fig. 2:

● Se constituye la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología como el órga-

CUADRO 6

Recursos humanos en I+D, equivalentes a jornada completa

PAIS	AÑO	TOTAL	Sector Productivo		Sector Enseñanza Superior y Servicios	
			Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
España	1979	9.908	2.958	30	6.950	70
Argentina	1980	9.500	1.900	20	7.600	80
Portugal	1978	2.061	200	10	1.861	90
Venezuela	1980	4.852	2.482	51	2.370	49
Italia	1978	40.779	17.667	43	23.115	57
Francia	1979	72.889	33.663	46	39.226	54
Canadá	1979	26.200	11.000	42	15.200	58
RFA	1979	121.978	73.521	60	48.457	40
Japón	1980	429.023	235.269	55	193.754	45
EE.UU.	1980	637.300	447.100	70	190.200	30

FUENTE: Propuesta del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. V Centenario, CYTED-D.

Grupo de Trabajo: "Metodología en Ciencia y Tecnología". Madrid, julio 1983.

CUADRO 7

Comparación entre oferta y demanda de titulados superiores en TI por áreas de especialidad en 1985-88

Áreas de especialidad/tipo de conocimientos	Demanda	Oferta
Radiocomunicaciones	458	256
Ingeniería Telemática	5.015	764
Tecnología del Software	8.393	2.652
Arquitectura y tecnología de Ordenadores	2.065	1.389
Automatización y Control Industrial	1.881	1.441
Circuitos y Equipos Electrónicos	1.212	1.409
Tecnología Electrónica	782	519
Otros	1.414	-
TOTAL	21.250	8.430

CUADRO 8

Gastos de I+D en España durante 1983

	Millones de pesetas	Porcentaje	Porcentaje del PIB total
Administración pública	68.813,8	61,5	0,300
Empresas públicas	21.429,0	19,2	0,094
Empresas privadas	21.571,0	19,3	0,095
TOTAL	111.813,8	100,0	0,489

no de planificación, coordinación y seguimiento de los programas que constituyen el Plan Nacional de Investigación científica y Desarrollo tecnológico. Esta Comisión está apoyada en dos importantes consejos:

- El Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología como órgano canalizador de las necesidades socio-económicas y de las recomendaciones de la comunidad científico-técnica hacia la Comisión Interministerial. Este Consejo constituye por tanto, el nexo de unión natural entre las necesidades sociales e industriales y los programas de investigación.

- El Consejo General de Ciencia y Tecnología, cuya misión es la coordinación de las acciones de I+D del Estado con las Comunidades Autónomas.

- De entre los miembros de la Comisión Interministerial el Gobierno nombrará un órgano ejecutivo, denominado Comisión Permanente, cuyas funciones, serán establecidas por aquélla. (En una disposición adicional de la ley se estipula la desaparición de la CAICYT en su forma actual y la inclusión de su equipo en la Comisión Permanente).

- El Gabinete Técnico, oficina adscrita a la Comisión Permanente de la Interministerial que deberá prestar servicios técnicos en la elaboración, evaluación y seguimiento del Plan Nacional.

Plan Nacional de I+D⁷

El Plan Nacional de I+D constituye el núcleo básico para la puesta en marcha de la ley. El plan fomentará la investigación básica y aplicada en los distintos campos del conocimiento mediante unos programas de diferente naturaleza tal como se muestra en la Fig. 3:

- Programa de formación de personal investigador, cuyo objeto es cubrir las necesidades de recursos humanos planteadas por los otros programas de I+D.

- Programa de promoción general del conocimiento que responde a la línea de los proyectos generales de I+D a cargo de la CAICYT.

Estos dos tipos de programa son de carácter horizontal e inciden sobre los siguientes:

- Programas nacionales, elaborados por la Comisión Interministerial y financiados, fundamentalmente, por el Fondo Nacional de I+D.

- Programas sectoriales, propuestos por los distintos departamentos ministeriales y con posibilidad de financiación compartida: presupuestos departamentales + fondo nacional.

- Programas de las Comunidades Autónomas, propuesto por las diferentes Comunidades Autónomas e incluido en el Plan Nacional por razones de interés general. Su financiación puede ser, asimismo, compartida por los presupuestos de las

CUADRO 9

Gastos de la Administración Pública en I+D

	% Administración pública		Privado	TOTAL
	Defensa %	Otros %	%	\$Mil millones
Estados Unidos (1984)	32	16	52	100
Japón (1981-82)	1	26	73	26
RFA (1983)	4	37	59	17
Reino Unido (1981-82)	24	25	51	12
Francia (1982)	21	38	41	11
Italia (1982)	2	47	51	4

CUADRO 10

Gastos por habitante e investigador en varios países
(En dólares USA corrientes)

País	Año	Gastos por habitante/año (dólares)	Gastos por investigador/año (miles de dólares)
España	1979	20,0	76
Argentina	1980	23,3	66
Portugal	1978	5,8	28
Venezuela	1977	13,2	43
Italia	1978	39,0	54
Francia	1979	193,0	142
Canadá	1979	103,0	95
RFA	1979	291,0	147
Japón	1979	181,0	49
EE.UU.	1980	271,0	98

FUENTE: Propuesta del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. V Cenetenario, CYTED-D. Grupo de Trabajo: "Metodología en Ciencia y Tecnología". Madrid, julio 1983.

Comunidades Autónomas y el Fondo Nacional.

Como aspectos a tener en cuenta para la elaboración del Plan Nacional de I+D y la puesta en marcha de los distintos programas, están los siguientes²:

- Las necesidades sociales y económicas de España.

- Los recursos humanos y materiales existentes en la comunidad científica y tecnológica española y sus necesidades de futuro.

- Los recursos económicos y presupuestarios disponibles, así como la necesidad de una financiación regular para el mantenimiento y la promoción de una investigación científica y técnica de calidad.

- La necesidad de alcanzar una elevada capacidad propia en ciencia y tecnología.

- La conveniencia de acceder a tecnolo-

gías externas de calidad mediante procesos de incorporación selectivos adecuados, en cada caso, al desarrollo de la capacidad científica y tecnológica española.

- Las repercusiones humanas, sociales y económicas que pudieran resultar de la investigación científica o de su aplicación tecnológica.

Para finalizar este resumen, se enumeran las acciones y medios que según el tipo de objetivos, se consideran necesarios:

- Para desarrollos a corto plazo: laboratorios de elevada capacidad tecnológica y grupos de centros de investigación trabajando a pleno rendimiento.

- Para desarrollos a medio plazo: posibles acciones de reconversión parcial de grupos y necesidades de fortalecimiento de equipos de I+D en las empresas.

- Para desarrollo a largo plazo: pro-

gramas de formación de personal y creación de infraestructura.

COMENTARIOS FINALES

De las exposiciones realizadas en las secciones precedentes se puede concluir que existe un déficit cualitativo y cuantitativo en la infraestructura científica y tecnológica. Como ya se ha dicho, se echa en falta un sistema racional de planificación global de la política de I+D, destacando la descoordinación entre los distintos órganos de decisión, lo que se traduce finalmente en un clima general desfavorable a cualquier tipo de innovación y desarrollo tecnológico e industrial.

Esta situación, con ser notoriamente calamitosa, presenta algunos signos esperanzadores. Por parte de los agentes implicados en la realización de I+D se observa una mejora de su capacidad profesional, una mayor colaboración entre mundos que antes se ignoraban, cooperación con otros países en estas materias y ciertas mejoras de infraestructura y medios materiales. La sociedad, en general, parece que lentamente empieza a tomar conciencia del problema. En cuanto al Gobierno, éste parece decidido a planificar y coordinar la política de I+D que el país necesita y como primera medida ha elaborado la Ley de la Ciencia.

Sin embargo, el solo hecho de promulgar una ley no significa que sus objetivos se vayan a cumplir espontáneamente. Hay que establecer las medidas adecuadas que garanticen su cumplimiento. En estos momentos, se está pendiente del desarrollo de la mencionada ley, ya que ésta es solamente un marco de referencia, por lo que existen numerosas lagunas en cuanto a la composición y forma de funcionamiento de los diversos órganos implicados, así como a los mecanismos que permitan poner en marcha el Plan Nacional. Por ello nos permitimos señalar brevemente una serie de cautelas que convendría tener en cuenta:

- Aunque las medidas señaladas para mejorar la planificación y gestión de la investigación parecen adecuadas en su conjunto, hay que tener en cuenta que son, esencialmente, de naturaleza administrativa. Por ello existe el **peligro de lastrar las acciones de I+D con un exceso de burocracia** que incluso podría ser perjudicial para los escasos grupos de investigación y empresas que sobresalen por la calidad de su trabajo.

- La Comisión Interministerial se presenta como el órgano supremo de planificación. Resulta fundamental determinar el **poder real de decisión de la persona encargada de presidirla**, ya que será, a fin de cuentas, quien controle los fondos asignados.

- En otros países de nuestro entorno este puesto lo ocupa un consejero científico del Gobierno, que en el caso concreto de EE.UU., es el Consejero Científico del Presidente. En otros casos, como Francia y la R.F. Alemana, este cargo corresponde al

Ministro de Investigación y Tecnología e incluso llega a depender directamente del Primer Ministro, como es el caso de Japón³. La solución adoptada, con carácter transitorio, en la Ley de la Ciencia es la de colocar la Comisión Interministerial bajo la presidencia del Ministro de Educación. Creemos que, independientemente de la solución final que se adopte, **la responsabilidad de la Comisión debe recaer sobre una persona cualificada, del más alto nivel posible, y sin ningún otro cometido en la Administración.**

- Para que el sistema C-I-T no falle por ninguno de sus pilares básicos, es necesario asegurar la colaboración entre la Industria, la Administración, la Universidad y los OPIS. Por tanto, habría que **asegurar en los órganos encargados de planificar, coordinar y financiar la I+D la presencia de todos los elementos implicados.**

- Se echan en falta medidas adecuadas que permitan desarrollar y racionalizar la infraestructura necesaria para realizar la investigación. En particular habría que **definir con mayor precisión el papel de los OPIS y universidades en la realización de I+D** y establecer los mecanismos de colaboración entre aquéllos y en relación con la Industria.

- Resulta enormemente preocupante el tema de los recursos humanos necesarios para llevar a la práctica todos estos planes. Es fundamental **poner en marcha, con carácter de urgencia, medidas encaminadas a la formación de investigadores, profesores y gestores de la investigación.**

- Sería conveniente especificar los presupuestos destinados a I+D como porcentaje creciente del PIB, **dando cifras a medio plazo, por ejemplo, para los próximos cinco años.**

- Las medidas de la ley se orientan a potenciar el desarrollo de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Convendría **complementarlas con otras para promocionar la innovación.** Aunque es cierto que una buena política de I+D supone una contribución esencial para el fomento de la innovación, esto por sí solo no resulta suficiente.

- Para alcanzar los objetivos previstos de manera que los beneficios repercutan sobre la sociedad, es necesario **implicar a todos los agentes sociales y hacer ver a la opinión pública que se trata, en último término, de lograr una mayor independencia económica y aumentar el bienestar general.** A este fin, sería necesario poner en marcha **campañas de información** —de distintos niveles— a la opinión pública, tanto por parte del Gobierno central como de los autonómicos. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) E. MUÑOZ, F. ORNIA, *Ciencia y tecnología: una oportunidad para España*, Aguilar, 1986.
- (2) Política Científica, Ministerio de Educación y Ciencia, abril 1986.
- (3) *Los países industrializados ante las nuevas tecnologías*, Vols. I y II, Fundesco: Colección Estudios y Documentos, 1986.
- (4) P. LAIN ENTRALGO, *El País*, 15.7.85.
- (5) *Formación de investigadores y técnicos en Tecnologías de la Información (Informe preliminar)*, Los Cuadernos de Fundesco, núm. 1, junio 1986.
- (6) IEEE, *Spectrum*, noviembre 1984.
- (7) J.A. MARTÍN PEREDA, *Jornadas sobre Investigación Científica e Industria*, Hotel Palace, Madrid, 22-23 abril, 1986.



Francisco Ros Perán, es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid, Master y Doctor (Ph. D) en Electrical Engineering and Computer Science por el Massachusetts Institute of Technology. Fue Profesor de la ETSIT de Madrid y coordinador científico en el Área de Comunicaciones e Informática del Instituto Tecnológico para Postgraduados. En la actualidad es director del departamento de Promoción Tecnológica de FUNDESCO.



José Barberá Heredia, es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid, Master y Engineer en Electrical Engineering and Computer Science por el Massachusetts Institute of Technology. Fue profesor e investigador en la ETSIT de Madrid y trabajó en el Instituto Tecnológico para Postgraduados como coordinador científico del Área de Comunicaciones e Informática. En la actualidad forma parte del departamento de Promoción Tecnológica de FUNDESCO, como Jefe del Área de Formación Tecnológica.