

## **LA ARTICULACIÓN DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA\***

*(Palabras clave: transferencia de tecnología,  
innovación)*

*(Key words: Technology transfer organizations,  
innovation)*

**José Carlos Casillas Bueno  
José Luis Roldán Salgueiro\*\***

### **1. INTRODUCCIÓN**

Todo Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria (SCTI) esta constituido por un conjunto de elementos o subsistemas interrelacionados entre sí y con el entorno. En el caso del sistema mencionado, los subsistemas básicos consisten en los centros generadores de conocimientos científicos y tecnológicos, así como en aquellas entidades que emplean éstos en el desempeño de sus actividades. Entre los primeros se encuentran las universidades, los centros públicos de investigación así como algunas empresas, mientras que los segundos lo conforman principalmente estas últimas.

La eficiencia de todo sistema depende en buena medida del grado de articulación o integración de los elementos que lo componen. Debido a su relevancia, en el presente trabajo nos planteamos como objetivo esencial ofrecer una panorámica de los mecanismos que permiten la existencia de interacciones entre los subsistemas del SCTI español. Esta articulación no se produce de manera espontánea, sino que requiere la acción planificada de un conjunto bastante amplio de organismos integradores, tanto públicos como privados.

En concreto, vamos a dividir las páginas siguientes en cuatro grandes apartados. En el primero de ellos mostraremos el carácter complejo de los procesos de innovación actuales, lo que nos llevará a considerar como unidad de análisis adecuada el SCTI señalado. En el segundo haremos hincapié en la articulación del SCTI español, identificando sus principales órganos e interacciones. En el tercero, nos referiremos a la cooperación como un mecanismo de integración para, finalmente en el cuarto, centrarnos en el análisis de los tres elementos fundamentales sobre los que bascula la articulación del SCTI español: las Fundaciones Universidad-Empresa, los Proyectos Concertados y la Red de Oficinas de Transferencia de los Resultados de Investigación (Red OTRI-OTT).

---

(\*) Original recibido en Enero de 1996 y revisado en Septiembre de 1996.

(\*\*) Profesores del Dpto. de Administración de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados de la Universidad de Sevilla.

## **2. EL PROCESO DE INNOVACIÓN EN LOS SISTEMAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIA**

Existen estrechos vínculos entre investigación científica, progreso técnico y desarrollo económico. En este sentido, es evidente que la tecnología y la innovación tienen un rol cada vez más influyente en la actual situación socioeconómica, la cual se encuentra enmarcada en una creciente globalización de los mercados (COTEC 1994, p. 33). Una de las principales características de la evolución reciente de la economía de los países industrializados ha sido, sin duda, el importante papel que ha jugado la innovación y el desarrollo tecnológico. En palabras de J. Mokyr "la creatividad tecnológica ha sido un ingrediente clave en el progreso económico, de la evolución del empleo y de la elevación del nivel de vida"<sup>1</sup> (COTEC 1994, p. 53). Los hechos vienen insistiendo en la relación existente entre los niveles de competitividad industrial y económica de una sociedad y su capacidad de innovación.

En 1987, el Consejo de la OCDE solicitó al Secretario General de la Organización que se realizara un profundo análisis de dichas interrelaciones, lo que dio origen al Programa Tecnología-Economía (TEP). Este programa finalizó en 1991, dando como resultado una colección de once ponencias y comunicaciones presentadas en los seminarios celebrados y resumidos en un trabajo publicado por la OCDE en 1992 (Sánchez 1993, p. 22). Las principales conclusiones del programa fueron:

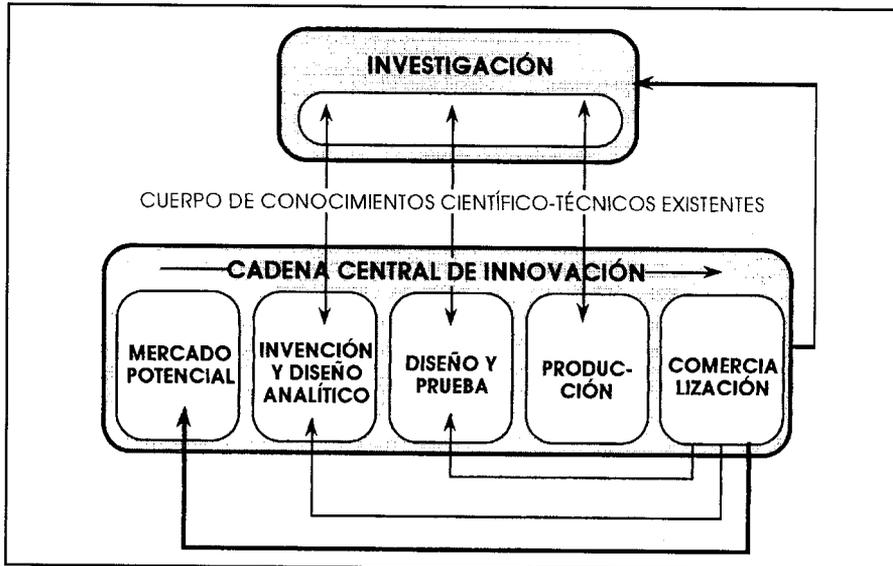
- 1º. La innovación es un proceso complejo, no lineal.
- 2º. La empresa es un elemento clave de ese proceso.
- 3º. Los recursos humanos son fundamentales.
- 4º. Es necesario cooperar, no es posible mantenerse aislado.
- 5º. Existencia de un tecnoglobalismo.

El primer punto es especialmente importante. En estos momentos el modelo lineal Schumpeteriano, en el que se considera la innovación como un proceso secuencial compuesto por varias fases (conocimiento básico - aplicaciones concretas - diseño - producción - comercialización) es visto como un modelo demasiado simplista (Sánchez 1993, p. 23; COTEC 1994, p. 74).

Frente a éste, diferentes autores se inclinan por conectar los efectos económicos de la investigación y el cambio con fenómenos de difusión tecnológica y de permeabilidad del sistema productivo a las innovaciones, a través de un modelo interactivo y multidireccional (ver figura 1) en el que destacan múltiples interacciones (Galán y otros 1992, p. 11). El propio Plan Nacional de I+D habla de un "cambio de paradigma tecno-económico" para referirse a esta nueva situación (CICYT 1993, p. 5).

(1) Mokyr, J. (1993): La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico. Alianza Universidad, Madrid.

**FIGURA 1**  
**EL PROCESO DE INNOVACIÓN**



Fuente: Kline y Rosenberg (1986). Tomado de Sánchez Muñoz, M.P. (1993).

Este nuevo marco teórico delimita unas nuevas formas de actuación en materia de innovación y desarrollo tecnológico, las cuales se orientan en dos direcciones: la primera hacia el fortalecimiento de la capacidad innovadora —fomentando la investigación y la formación de capital humano, y afianzando mecanismos de difusión y de transferencia de tecnología—, y la segunda hacia la globalización de la ciencia y la tecnología —estableciendo mecanismos de cooperación internacional— (CICYT 1993, p. 7).

Al analizar estas cuestiones, es habitual estudiar el denominado Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria (SCTI), que puede definirse como "un conjunto de personas, instituciones, instrumentos políticos, económicos y científicos, y valores éticos que propicia la innovación tecnológica y fuera del cual la innovación sólo tiene lugar, en el mejor de los casos, de forma esporádica" (Castells y otros 1992, p. 478). Los principales órganos que conforman un SCTI son las Universidades, los Centros Públicos de Investigación, las empresas (productoras o utilizadoras de nuevas tecnologías), así como los órganos de transferencia, de apoyo, de coordinación y control, etc.

Por un lado, estos sistemas presentan dos características esenciales: el grado de integración de sus subsistemas (propiedad interna), y el grado de apertura al exterior (propiedad externa). Por otro, la existencia de un SCTI depende de tres requisitos esenciales: la presencia de los órganos o subsistemas que los constituyen, un grado de integración suficiente que haga posible hablar de sistema y no simplemente de un conjunto de elementos aislados y una cierta autonomía de los órganos de coordinación y gestión del mismo (Galán y otros 1992, p. 12).

Generalmente, se considera que cada nación tiene su propio SCTI, el cual mantiene con otros SCTI nacionales relaciones tanto de competencia como de colaboración, de acuerdo con la tercera conclusión del estudio de la OCDE. No obstante, este estudio resalta la importancia del fenómeno que recoge bajo el término tecnoglobalismo, esto es, el proceso de internacionalización creciente de las actividades de innovación. Es posible constatar el predominio de tres grandes SCTI en el ámbito mundial (Japón, USA, y la Unión Europea), con características, órganos, e interacciones diferentes.

El SCTI europeo, en el que se integran los diferentes órganos de los SCTI nacionales (entre ellos el español), se manifiesta a través de los conocidos Programas Marco de I+D. El desarrollo del Acta Única Europea está conduciendo al establecimiento de programas comunes en materias tales como la investigación científica y técnica, el intercambio de personal investigador, o la formación. En concreto y en relación a la reciente política científica y tecnológica de la Comunidad Europea, pueden citarse las siguientes modificaciones en sus líneas de actuación (CICYT 1993, p. 4):

1. Aprobación de los programas marco por unanimidad y a través de un procedimiento de codecisión con el Parlamento y de los programas específicos por mayoría cualificada del Consejo.
2. Obligación de que la Comisión difunda los resultados de la I+D a través del propio Programa Marco.
3. Ampliación de los objetivos de I+D a aspectos relacionados con la calidad de vida (Sanidad, Medio Ambiente, ...).
4. Realización de todas las actividades de I+D a través del Título XV del Tratado de Maastricht.

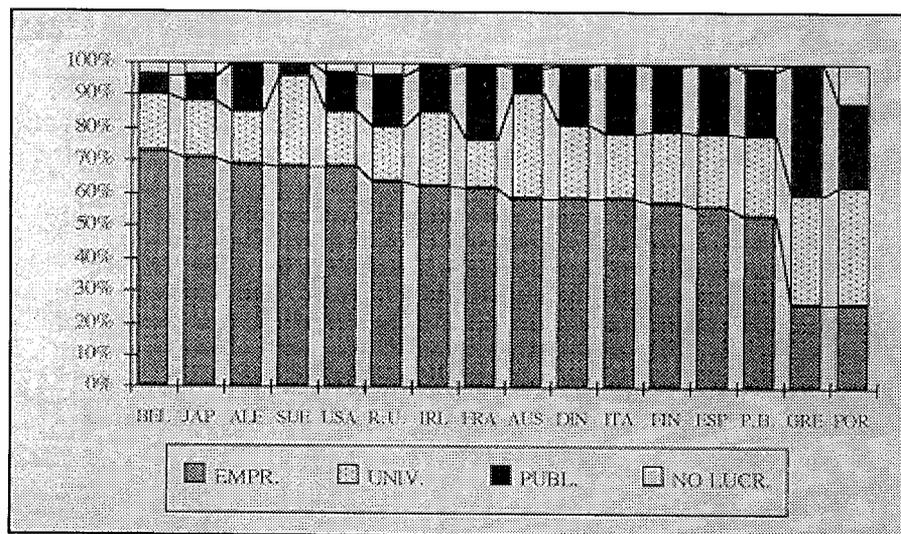
### **3. COMPETENCIA TECNOLÓGICA Y ARTICULACIÓN DE LOS SCTI**

Un aspecto esencial del funcionamiento de todo SCTI es la integración de los elementos que lo componen. Entendemos que existe un elevado nivel de integración cuando los diferentes subsistemas se encuentran interrelacionados entre sí. Si un sistema está fuertemente integrado, existen canales que conectan a los diferentes órganos y a través de los cuales circula un gran volumen de flujos de naturaleza muy diversa.

Actualmente, se considera que el grado de integración determina, en gran medida, la eficiencia individual de cada elemento del sistema así como la eficiencia del sistema en su conjunto (Galán y otros 1992, p. 11). El desarrollo tecnológico sólo será capaz de impulsar el desarrollo económico si existe un SCTI bien articulado, en el cual los resultados de los proyectos y programas de investigación sean aplicados en el diseño de nuevos productos, servicios y procesos, hasta llegar al mercado. Ha de existir una comunicación fluida entre los creadores de tecnología (en sus niveles más básicos), y los usuarios de dichas tecnologías, en general empresas (González Ayuso y otros 1993, p. 103).

Esta necesaria integración se manifiesta en un protagonismo de las empresas en los procesos de investigación y desarrollo de un país. Podemos afirmar que el éxito económico de un SCTI se mide en el mercado. Por esta razón, la empresa, como único elemento que se encuentra en contacto directo con él, asume el liderazgo en el eslabón último y más débil de la cadena: el proceso de comercialización de la innovación (COTEC 1994, p. 65). Asimismo, son las empresas las que mejor conocen las aplicaciones que pueden trasladarse al mercado. Por ello, una mayor participación de la empresa en la generación de tecnología es una garantía de la eficacia del sistema (COTEC 1994, p. 64). Es más, cuando las empresas de un país no se limitan a aplicar las investigaciones desarrolladas en las universidades y en los centros públicos de investigación, sino que, participan activamente dentro del SCTI realizando I+D, la eficiencia del sistema aumenta considerablemente. En la figura 2 se muestra como este protagonismo de las empresas es especialmente alto en países con un desarrollo económico igualmente muy alto, como Japón, Estados Unidos y Bélgica, donde más del 70% del gasto de I+D nacional es desarrollado por las empresas (Moreno 1996, p. 236). En la Unión Europea, casi todos los países superan la cifra del 60%, salvo en el caso de Portugal -40%- y Grecia -30%-.

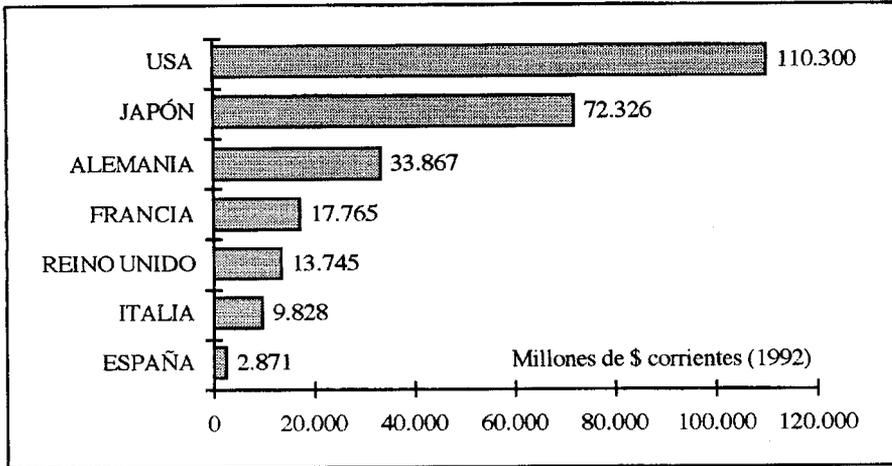
**FIGURA 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS GASTOS DE I+D NACIONALES**



Fuente: Moreno Menéndez, A. (1996, p. 236).

No obstante, cuando observamos las cifras totales del gasto de las empresas en I+D (figura 3), podemos observar la delicada situación en la que se encuentra España, problema que se viene a sumar al elevado porcentaje de dedicación que el SCTI español dedica a la investigación fundamental o básica, es decir, aquella que no tiene una aplicación directamente práctica (COTEC 1994, p. 66).

**FIGURA 3**  
**GASTOS EN I+D DE LAS EMPRESAS**



Fuente: COTEC (1994, p. 65).

En España, la necesidad de integración del SCTI nacional es reconocida, explícitamente, por los órganos de planificación y gestión del mismo. Así, el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (CICYT 1993, p. 440) insiste en la importancia de las interacciones dentro del Sistema al mismo tiempo que defiende que esta articulación requiere una acción coordinada y concertada de los elementos del sistema.

En un estudio realizado en 1986 en las principales empresas españolas (Círculo de Empresarios 1988, p. 21 y 35), se ponía ya de manifiesto que entre los frenos y dificultades que entorpecen el proceso innovador se encontraban aspectos estructurales arraigados en el entorno institucional. En este sentido, se identificaban deficiencias en la formación de recursos humanos, deficiencias en la infraestructura de I+D, y escasez de estímulos fiscales y de subvenciones al esfuerzo innovador. Las empresas echaban en falta un esfuerzo sistemático, por parte de la colectividad, para constituir el capital humano y material precisos para que la innovación arraigara en España. En su opinión, se ponía de manifiesto la necesidad de una política propiciadora de la innovación.

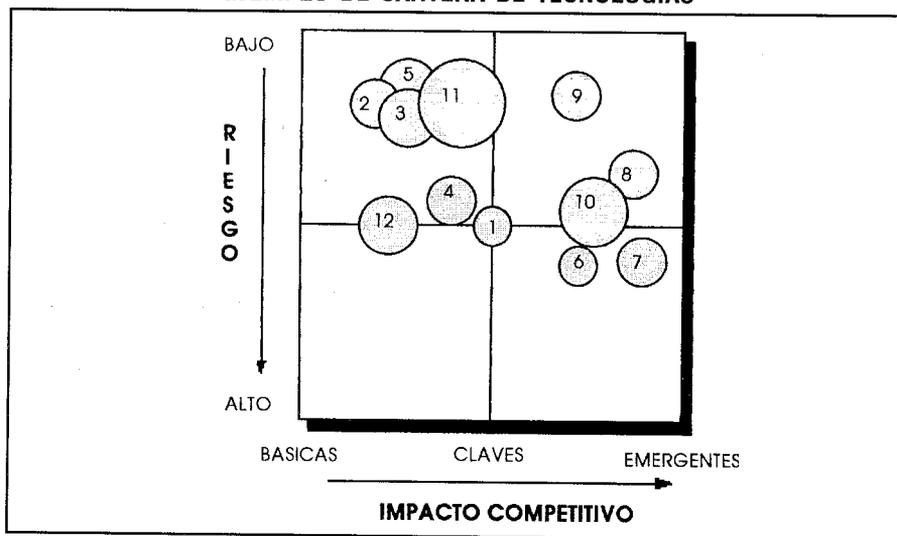
Debemos señalar que la importancia para la competitividad de las empresas de una adecuada articulación del SCTI está creciendo. Muchas organizaciones se están dando cuenta de que han de revisar sus estrategias, basadas tradicionalmente en las ventajas de sus productos y servicios finales. El juego competitivo en los sectores del futuro está reorientado hacia la búsqueda de competencias esenciales, las cuales pueden ser definidas como el aprendizaje colectivo de la organización, especialmente sobre cómo coordinar las tareas de producción e integrar un conjunto de múltiples tecnologías. Recordando el conocido símil de Prahalad y Hamel (1990, p. 92), las nuevas corporaciones son como grandes árboles. Las hojas, flores y frutos son los productos y servicios finales, el tronco y las principales ramas,

las competencias esenciales, y, por último la raíz, aquellas tecnologías básicas que alimentan el desarrollo de nuevas competencias y productos finales.

Las competencias esenciales son el factor tecnológico común de una o varias familias de productos. Durante la década de los 80 Sony lanzó más de 160 tipos de Walkman, pero todos ellos estaban basados en una plataforma que combinaba pocas tecnologías —auriculares estéreo y motores en miniatura, mecanismo de arrastre de cintas, y pequeñas baterías recargables— (Meyer y Utterback 1993, p. 30). Canon basa la mayor parte de sus productos (fotocopiadoras, fax, cámaras fotográficas, etc.) en la mecánica y óptica de precisión (Prahalad y Hamel 1995, p. 299). La competencia esencial de Honda se encuentra en la fabricación de motores, lo que le permite fabricar automóviles, motocicletas, cortadores de césped, etc. (Prahalad y Hamel 1995, p. 227). Apple domina la fabricación de equipos periféricos, de unidades centrales de proceso y de sistemas de software (Schoemaker 1992, p. 76).

Las empresas no compiten sólo con sus productos sino también con sus tecnologías. Por ello deben mantener una cartera de tecnología equilibrada que combine tres tipos de éstas (Roussel 1991, p. 169): tecnologías básicas —aquellas que una empresa debe poseer y dominar perfectamente, y que por tanto no proporcionan ninguna ventaja competitiva (p.e. la pasteurización de la leche)—, tecnologías llave —aquellas que están en desarrollo creciente y que ofrecen oportunidades para diferenciar a la empresa de sus competidores (p.e. la catálisis por transferencia en grupo usada recientemente por Du Pont)—, y tecnologías emergentes —aquellas cuyas aplicaciones prácticas aún no se encuentran definidas pero que implicarán cambios radicales y alterarán las bases de la competencia—. En la figura 4 se representa la cartera de tecnologías de una empresa química internacional.

**FIGURA 4**  
**EJEMPLO DE CARTERA DE TECNOLOGÍAS**



Fuente: Roussel, P.A. (1991, p. 169).

No obstante, el dominio simultáneo de varias tecnologías es generalmente inviable para una sola empresa. Ni siquiera las mayores empresas son hoy capaces de generar toda la tecnología que necesitan (COTEC 1994, p. 64). Por ello las empresas cuentan con dos opciones. Primero, desarrollarlas conjuntamente con otras empresas, a través de acuerdos de colaboración, o alianzas en I+D (Evan y Olk 1990, p. 37). Segundo, adoptar conocimientos y tecnologías generadas por otros elementos del SCTI, sobre todo públicos (Universidades, Centro Públicos de Investigación, etc.), para lo cual es esencial un proceso fluido de comunicación entre todos los subsistemas, o, en otras palabras, un SCTI muy articulado e integrado.

#### 4. LA COOPERACIÓN Y LA COMPETENCIA TECNOLÓGICA

Como acabamos de mencionar, la cooperación constituye una herramienta con que cuentan las empresas a la hora de alcanzar determinados conocimientos y/o tecnologías. Citemos tan sólo dos muestras de esta afirmación: se ha desarrollado una amplia literatura en relación a los acuerdos de colaboración y alianzas en el campo específico de la investigación y desarrollo tecnológico (Jacquemin 1986; Evan y Olk 1990; Escorsa y De la Puerta 1991). Por otro lado, desde instancias públicas se viene insistiendo en el fomento de la cooperación en I+D, en concreto en el ámbito comunitario (Carpentier 1990).

En este epígrafe queremos dejar constancia de la importancia de estas políticas, sobre todo por estar diseñadas, en la mayor parte de los casos, pensando en las empresas más pequeñas, las cuales son las que encuentran mayores dificultades a la hora de acceder a conocimientos tecnológicos avanzados (Topete 1992, p. 8). Entre estas medidas podemos citar (Casillas, Moreno y Oviedo 1993, p. 102): En primer lugar, los programas de cooperación colectiva, que son aquellos en los que produce un contacto directo entre los distintos socios potenciales (Europartenariat, Interprise, etc.). En segundo lugar, se encuentran los programas de cooperación individual, que funcionan a través de redes informáticas como intermediarios (BRE, Euroventanillas, BC-Net, etc.).

Pero son quizás los sucesivos Programas Marco de I+D los que más se centran en los aspectos tecnológicos de la cooperación. En relación a la participación de las empresas españolas en los diferentes programas que lo componen, podemos decir que casi la mitad de los participantes tienen menos de 50 empleados (Casillas y Moreno, 1995, p. 39), lo que corrobora la tesis de que son aquellas que cuentan con menos recursos las que acuden a estos programas públicos de cooperación.

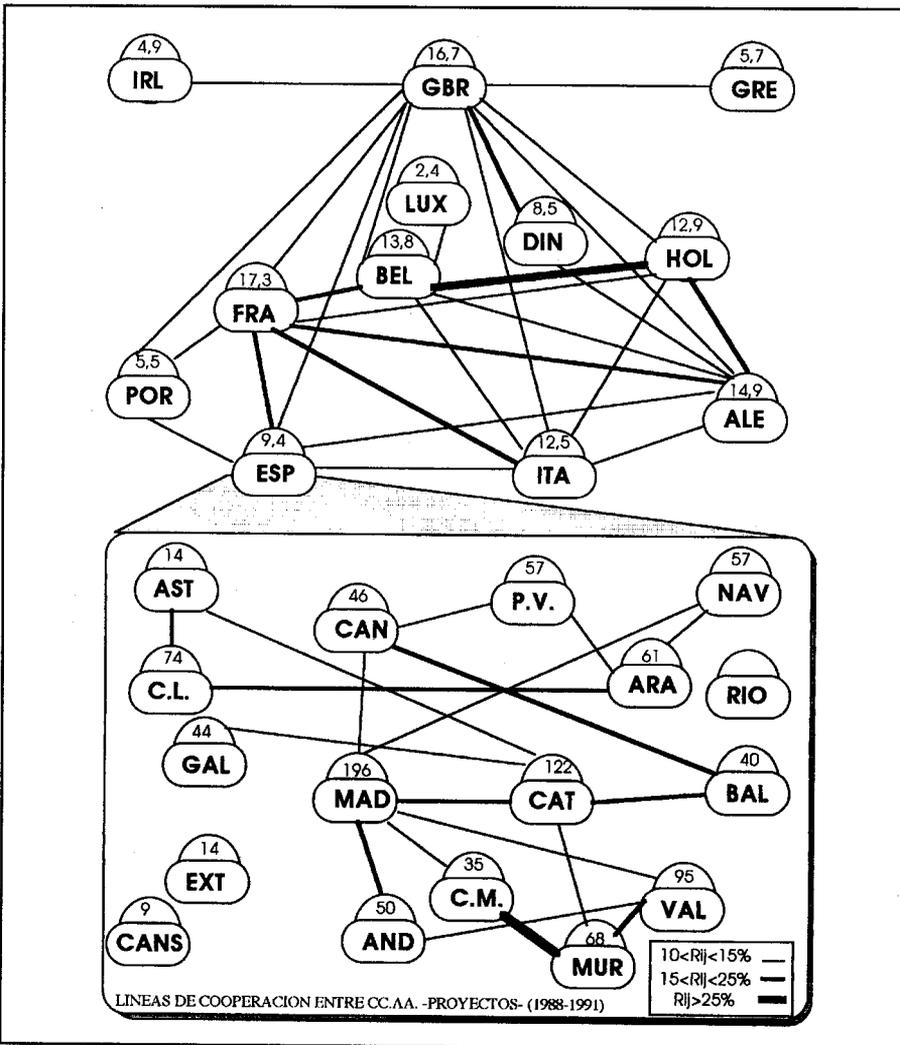
Pero no todos los acuerdos de colaboración en materia científica y tecnológica se desarrollan a través de estos instrumentos públicos de fomento. Utilizando como fuente la base de datos Science Citation Index (SCI) del Institute for Specific Information (ISI) de los Estados Unidos, la CICYT nos ofrece un mapa de la cooperación en actividades científicas y tecnológicas en el ámbito europeo (ver figura 5). El índice de cooperación  $R_{ij}$  que aparece recogido viene definido de la siguiente forma:

$$R_{ij} = \frac{n_{ij}}{(n_i n_j)^{1/2}}$$

donde  $n_{ij}$  mide las publicaciones o proyectos conjuntos de las regiones  $i$  y  $j$ , y  $n_i$  y  $n_j$  la producción científica de las regiones o países en cuestión (CICYT 1994, p. 235).

Igualmente la CICYT recoge un segundo índice, de centralidad, que recoge el nivel que una región o país se encuentra en el centro de las redes de cooperación internacional o interregional. Dicho índice consiste en la suma de los índices de cooperación con el resto de regiones o países.

**FIGURA 5**  
**LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA INTERNACIONAL E INTERREGIONAL**



Fuente: CICYT (1992, p. 244) y CICYT (1994, p. 236).

Como puede observarse, son las regiones y países más desarrollados las que cuentan con unos índices de centralidad más elevados, lo que nuevamente nos viene a manifestar, la relación entre cooperación y desarrollo tecnológico, y entre éste y el desarrollo económico.

## **5. LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE ESPAÑOL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INDUSTRIA**

En este capítulo vamos a ofrecer una descripción de los mecanismos de articulación del SCTI español. La integración de un sistema tan complejo como un SCTI, no se produce de manera espontánea, sino que necesita de la creación de un conjunto de herramientas y organismos que actúen activamente en el sistema. Todos los SCTI maduros disponen de este tipo de órganos de coordinación.

En gran Bretaña, por ejemplo, nos encontramos con el BTG (British Technology Group), —que hasta 1986 tenía derecho de propiedad sobre los resultados de las investigaciones desarrolladas en los Centros Públicos de Investigación—, así como con otros órganos más específicos para diversos tipos de industrias, como el MCR (Medical Research Corporation).

En Francia cuentan con la ANVAR (Agence Nationale pour la Valorisation de la Reserche), o las ARIST (Agences Regionelles pour l'Information Scientifique et Technologie). Además, los Organismos Públicos de Investigación disponen de direcciones de valorización, las cuales se encuentran integradas en una red, y las Universidades cuentan con sus respectivas Oficinas de Transferencia de Tecnología.

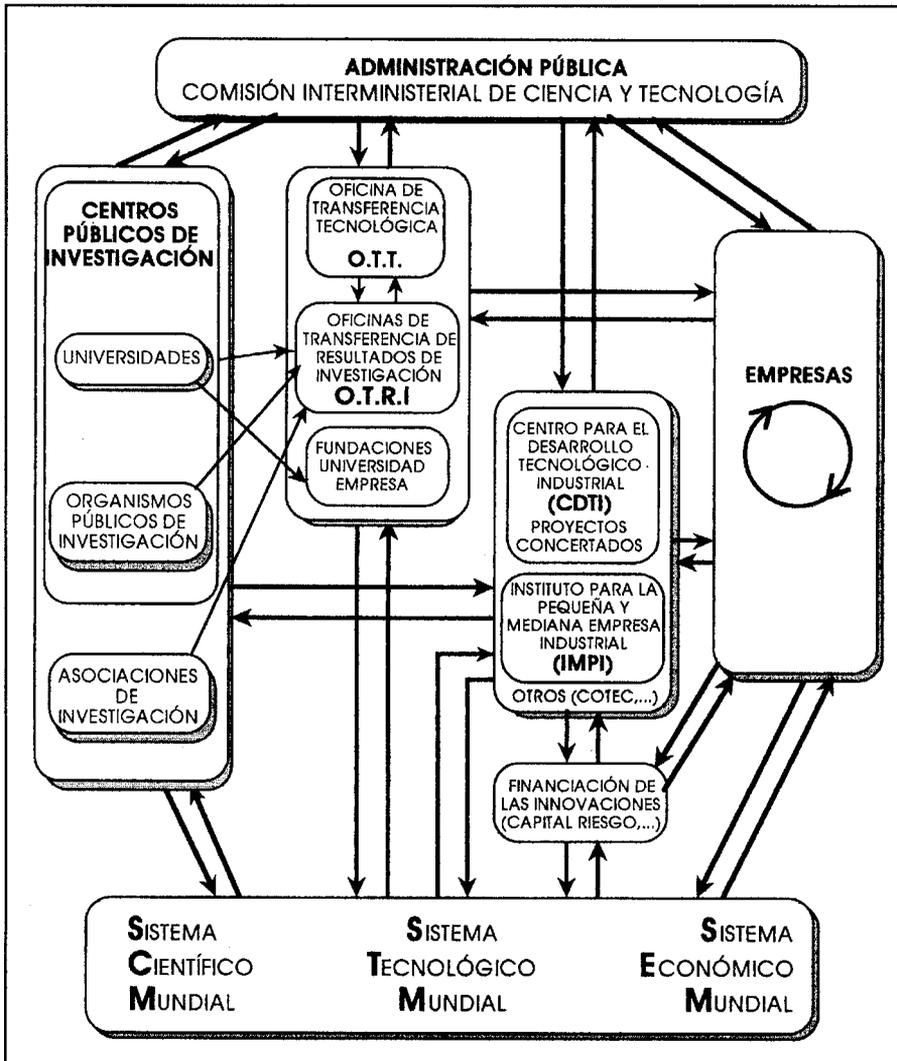
En Alemania, el Max Planck cuenta con una empresa encargada de las tareas de transferencia tecnológica. Fuera de Europa, Japón dispone de la JRDC (Research Development Corporation of Japan) y la JITA (Japan Industrial Technology Association) (Política Científica 1989, pp. 44-48).

Centrándonos ya en el SCTI español, el modelo representado en la figura 6 recoge los elementos del SCTI nacional, con sus órganos de interfaz y las relaciones existentes entre éstos, los Órganos investigadores o generadores de tecnología, y las empresas o utilizadoras de la misma. Como puede observarse en el SCTI se manifiesta como un complejo entramado de relaciones entre muy diversos elementos (Casillas y Roldán, 1995, p. 52).

Por un lado (a la izquierda) se encuentran los elementos generadores de conocimientos y tecnologías, mediante la investigación. Entre éstos destacan las universidades, los Organismos Públicos de Investigación (cuyo núcleo es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas), y las Asociaciones de Investigación. Por otro lado (a la derecha), se sitúan las empresas, las cuales juegan en este esquema, el papel de utilizadoras de dichos conocimientos y tecnologías. En términos económicos, podemos considerar a los Centros Públicos de Investigación como oferentes de tecnología, frente a las empresas que actúan como demandantes.

No obstante, debemos indicar que también las empresas pueden jugar el rol de oferentes de tecnología. Lo que ocurre en este caso, es que o bien dicha tecnología será aplicada por la misma empresa (transferencia interna), o bien será transferida a otra, (mediante una licencia, patente, etc.), en la mayoría de los casos sin la necesidad de recurrir a intermediarios (transferencia externa).

**FIGURA 6**  
**LA ARTICULACIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIA ESPAÑOL**



Fuente: elaboración propia.

El encuentro entre oferta y demanda en el SCTI no es siempre una tarea fácil. Esta conexión puede realizarse en España a través de tres tipos de canales diferentes (Bravo, Quintanilla y Vega 1992, p. 210).

En primer lugar, existe la posibilidad que los organismos contacten sin la intervención de ningún tipo de intermediario. En este caso, los centros públicos de investigación y las empresas se ponen en contacto directamente entre sí, sin la intervención de ningún organismo público o privado. Esto requiere una labor de búsqueda de información muy intensa. Por ello, este canal está reservado para grandes empresas, o para centros de investigación muy acostumbrados a contratar con empresas demandantes de tecnología.

En segundo lugar están las Fundaciones Universidad-Empresa. Estas son entidades privadas de interfaz entre los centros universitarios y las empresas. Este ha sido el canal tradicionalmente utilizado en España para conectar la investigación con el mercado. Hasta finales de la década de los 80 la mayoría de los flujos transcurrían por ellas. En la actualidad su protagonismo se ha reducido mucho (sobre todo por la creación de la red pública de Oficinas de Transferencia de Tecnología, que estudiaremos seguidamente). No obstante, siguen funcionando con un alto nivel de actividad 23 fundaciones (Rufino y Villegas 1996, p. 313). En el apartado 5.1. analizaremos su funcionamiento con más detalle. Por último nos encontramos con los organismos públicos de interfaz: Es necesario diferenciar dos tipos:

- 1) Aquellos más próximos a los demandantes: Entre éstos destacan el papel desempeñado por el Instituto para la Pequeña y Mediana Empresa Industrial (IMPI), y el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), sociedad estatal, con funciones de coordinación del SCTI. Esta sociedad promueve la realización de proyectos de investigación por parte de las empresas, en solitario o junto a Centro Públicos de Investigación. En este sentido, destaca el papel desempeñado por los Proyectos Concertados (CICYT 1993, p. 221). A éstos dedicaremos el apartado 5.2. Esta labor de acercamiento es también realizada por otras instituciones como es el caso de la Fundación COTEC, de origen empresarial.
- 2) Aquellos más próximos a los oferentes: Consiste en una red de Oficinas de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRI), cuyo núcleo es la Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT). Con poco más de cinco años de funcionamiento, esta red se ha convertido en el principal subsistema de coordinación del SCTI. A ella dedicamos el apartado 5.3.

Por otra parte, un aspecto que debemos comentar es el referido al subsistema de financiación de las innovaciones. Ya señalamos anteriormente las dificultades que encuentran las empresas más pequeñas para acceder o desarrollar nuevas tecnologías de proceso o de producto. Ante esta situación existen algunos mecanismos que persiguen facilitar a estas empresas la disposición de la capacidad financiera suficiente. Algunos de los programas europeos y nacionales (CDTI) ofrecen ayuda financiera y subvenciones a proyectos de I+D. Igualmente cabe destacar el papel que desempeña el capital riesgo.

Centelles (1983, p. 131) caracteriza al capital-riesgo como "un instrumento financiero que puede contribuir de una manera eficaz a la potenciación de la pequeña y mediana empresa innovadora, al aportarle recursos permanentes y a riesgo de forma minoritaria y temporal para sus planes de expansión"<sup>2</sup>. Desde su puesta en marcha en nuestro país hasta nuestros días

---

(2) Para un examen más profundo puede verse Alcalá Olid, F. (1995): El capital riesgo en España: análisis del procedimiento de actuación, Civitas, Madrid.

la evolución del capital-riesgo puede dividirse entres etapas (Martí, 1994, p. 111): 1º) Puesta en marcha (1976-1986); 2º) Desarrollo de la iniciativa privada (1987-1991) y 3º) Redefinición (desde 1992).

Existen muchos tipos de capital riesgo. Siguiendo a Rodulfo (1994, pp. 41 y ss.) podemos citar algunos de los tipos más habituales: semilla —seed—, arranque —start—up—, primera fase —earley stage—, expansión, adquisición, sustitución de deuda, Management Buy-out —MBO—, Management buy-in —MBI—, y de reemplazamiento. Algunas de las Sociedades de Capital Riesgo y Sociedades Gestoras de Fondo de Capital Riesgo demuestran su interés especial por la financiación y participación en proyectos de innovación. Este es el caso del propio CDTI, la Empresa Nacional de Innovación, Seed Capital de Bizkaia, S.A. o la Sociedad Balear de Capital Riesgo (Miner 1995, pp. 141 y ss.).

Por último y como subsistema regulador, el sistema cuenta con la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, la cual define la política nacional en materia de ciencia, tecnología, I+D, etc., a través de los distintos Planes Nacionales de I+D. Acaba de presentarse el III Plan Nacional de I+D (1996-1999), el cual crea un nuevo programa con funciones integradoras, y cuyo contenido aún está por publicar. Por último, al tratarse de un sistema abierto, todos sus subsistemas se encuentran relacionados con otros sistemas científicos, tecnológicos y económicos internacionales.

### 5.1. Las fundaciones Universidad-Empresa

Como hemos indicado anteriormente, hasta el año 1993 existían en España 23 fundaciones. La pionera de todas ellas fue la Fundación Universidad Empresa de Madrid, cuya fecha de constitución fue el 20 de diciembre de 1973. El objetivo de las Fundaciones Universidad Empresa existentes en nuestro país consiste en fomentar y desarrollar los cauces de conocimiento, diálogo y cooperación entre la universidad y la empresa en los campos de investigación, orientación al empleo y formación.

La consecución de este objetivo básico se concreta en una serie de servicios, los cuales giran en torno a la conexión de empresas y departamentos universitarios (investigadores) por un lado, y a empresas y alumnos (trabajadores), por otro, a través de las siguientes actividades básicas (Rufino y Villegas 1996, pp. 314-318):

1. **Promoción de la oferta universitaria:** Todo proceso de encuentro requiere la existencia previa de un proceso de comunicación. Las Fundaciones se esfuerzan en dar a conocer a las empresas la oferta tecnológica e investigadora de sus respectivas universidades (publicación de catálogos, creación de bases de datos, organización de seminarios, etc.).
2. **Formalización y gestión de contratos de investigación:** Consiste en asesorar, mediar y gestionar la formalización de contratos entre empresas y departamentos o grupos de investigación universitarios. Esta ha sido una de las actividades básicas de las Fundaciones.

### 3. Formación y promoción de titulados y orientación a la inserción laboral:

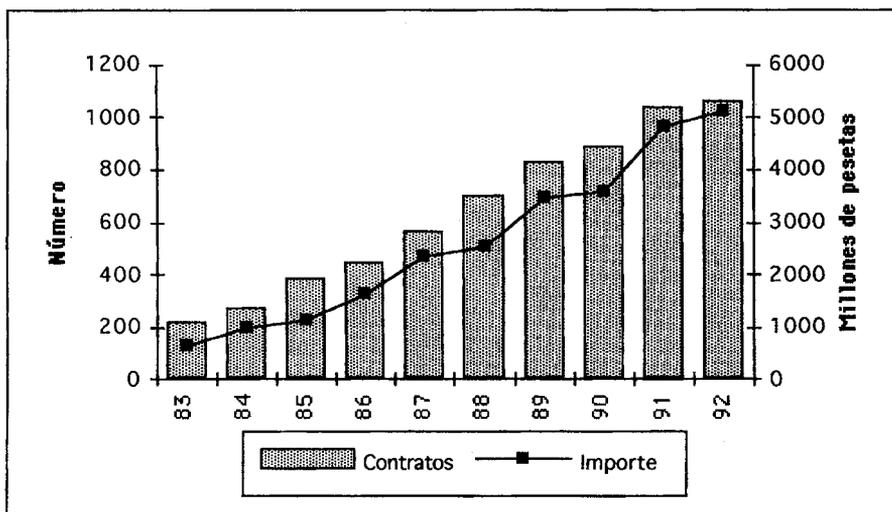
Se trata de la organización de cursos y seminarios, dirigidos a licenciados (posgrado, masters, etc.), con el objetivo de generar especialistas en materias de especial interés. Igualmente, las Fundaciones vienen creando Centros de Orientación e Información para el Empleo (COIE), bolsas de trabajo, así como otros tipos de información de utilidad para los demandantes de empleo, desde sus respectivas universidades.

### 4. Gestión de programas europeos:

Por último, y desde los últimos años de la pasada década, las Fundaciones Universidad Empresa ayudan a los centros europeos de información empresarial (euroventanillas), las OTRIS, y el CDTI, a difundir, asesorar, y gestionar la participación de las empresas y universidades españolas en los Programas Europeos de I+D tecnológicos incluidos o no en los sucesivos Programas Marco.

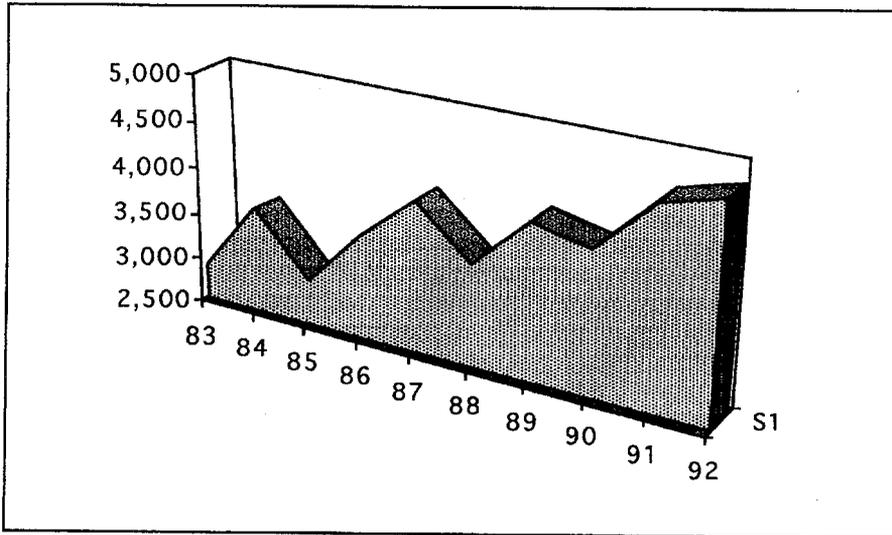
En la figura 7 se recoge la evolución tanto del número e importe de los contratos formalizados. Como puede observarse, la tendencia es claramente creciente. Igualmente incluimos, en la figura 8 el importe medio de los contratos. No obstante, en los últimos años, esta evolución alcista se ha desacelerado, debido a la aparición de las Oficinas de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRIS), de carácter público y con fines muy similares a los de las fundaciones.

**FIGURA 7**  
**EVOLUCIÓN DEL NÚMERO E IMPORTE DE LOS CONTRATOS FIRMADOS POR LAS FUNDACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA**



Fuente: Rufino, J.I. y Villegas, M.M. (1996, pp. 315-316).

**FIGURA 8**  
**EVOLUCIÓN DEL IMPORTE MEDIO DE LOS CONTRATO FIRMADOS POR LAS**  
**FUNDACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA**



Fuente: Elaboración propia a partir de Rufino, J.I y Villegas, M.M.

### 5.2. Los proyectos concertados

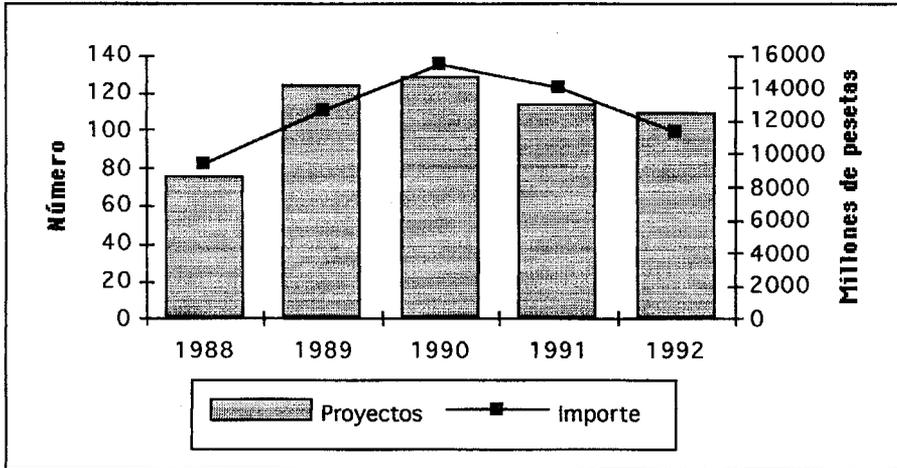
Los proyectos concertados se configuran como un mecanismo de integración y articulación del SCTI nacional, de carácter fundamentalmente público. A diferencia de los instrumentos que veremos posteriormente, los proyectos concertados atiende más a la óptica de las necesidades empresariales, y menos a la de los centros investigadores (universidades, centros del CSIC, etc.).

En general los proyectos concertados implican el desarrollo de un proyecto en el que colaboran al menos una empresa en cooperación con algún centro investigador. En la figura 9 se muestra la evolución tanto del número de proyectos como de su importe desde 1989 hasta 1992 (CICYT 1993 y 1994). En la tabla 1 se muestra la situación de los proyectos a enero de 1992 (CICYT 1994, p. 22).

### 5.3. La red OTRI/OTT.

El primer Plan Nacional de I+D (1987-1991) citaba como uno de sus objetivos la promoción de la I+D en las empresas y la colaboración de éstas con los Centros Públicos de Investigación. El fin último que se persigue con ello, es la articulación e integración del Sistema de Ciencia y Tecnología con la Industria. Con este fin, el Plan diseñó y propició el establecimiento de una estructura dinamizadora del SCTI, capaz de favorecer y servir de cauce a los intercambios entre los Centros Públicos de Investigación y las empresas en actividades de I+D.

**FIGURA 9**  
**EVOLUCIÓN DE LOS PROYECTOS CONCERTADOS**



Fuente: CICYT (1993, p. 314) y CICYT (1994, p. 19).

**TABLA 1**  
**PROYECTOS CONCERTADOS (1988-1991) (situación a enero de 1992)**

	Número de proyectos	Presupuesto total	Aportación Plan nacional
Proyectos en desarrollo	185	24.079,7	10.342,5
Proyectos concluidos	201	21.381,5	9.542,8
Con éxito	192	20.312,2	9.023,3
Solicitado fracaso	3	280,3	128,6
En actuaciones legales	5	699,6	346,2
Proyecto rescatado	1	89,4	44,7
Proyectos pendientes de firma	4	826,1	273,2
Proyectos anulados	27	2.968	1.429,1
Proyectos en situación especial	29	2.672,1	1.231,4
<b>TOTAL</b>	<b>446</b>	<b>51.927,4</b>	<b>22.819,1</b>

Fuente: CICYT (1992, p. 22).

Esta estructura de interfaz está formada por las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), inicialmente creadas en las Universidades y en cuya red se integran, a partir de 1990, los organismos públicos de investigación y las asociaciones de investigación. El objetivo fundamental de la OTRI es "promover la transferencia de la oferta científico-técnica de su respectiva institución a los sectores productivos" (CICYT 1991, p. 331). Se pretende, pues, que la interrelación de las Universidades y Órganos Públicos de Investigación con las empresas responda a una política coherente, planificada y activa.

**TABLA 2**  
**NÚMERO DE OTRI**

	1989	1990	1991	1992
Universidad	31	34	37	39
OPI	1	8	11	11
AA.II.	0	11	14	15
TOTAL	32	53	62	65

Fuente: Roldán, J.L. (1996, p. 286).

Su proximidad a los centros de investigación facilita el conocimiento de las potencialidades de éstos y, por tanto, una mejor oferta de las mismas a los sectores productivos, así como la colaboración con otros agentes del SCTI y órganos equivalentes de las distintas Comunidades Autónomas –IFA en Andalucía, IMPIVA en Valencia, CIDEM en Cataluña, etc.– (CICYT 1992, p. 267). La dispersión geográfica de las mismas favorece el efecto difusor y facilita los contactos entre los distintos miembros del SCTI.

Asimismo, se destaca el soporte que reciben las OTRI por parte de la Secretaría General del Plan, a través de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), creada simultáneamente. La OTT además de coordinar, anima la actuación de las OTRI y las asesora en diversos aspectos de sus tareas, lo que potencia la acción de las mismas, favoreciendo la sinergia de toda la red, consiguiendo, finalmente, que sus dimensiones se sitúen dentro de unos niveles moderados.

La red OTRI/OTT ocupa un espacio, hasta hace poco insuficientemente cubierto en la cadena innovadora, situándose en el entorno cercano a los Centros Públicos de Investigación, mientras que los organismos públicos de interfaz existentes hasta ahora (Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y el Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial (IMPI) del Ministerio de Industria y Energía, Centros Técnicos, Asociaciones de Investigación, Centros de Desarrollo Regional de las Comunidades Autónomas, etc.), quedan más próximos a las empresas.

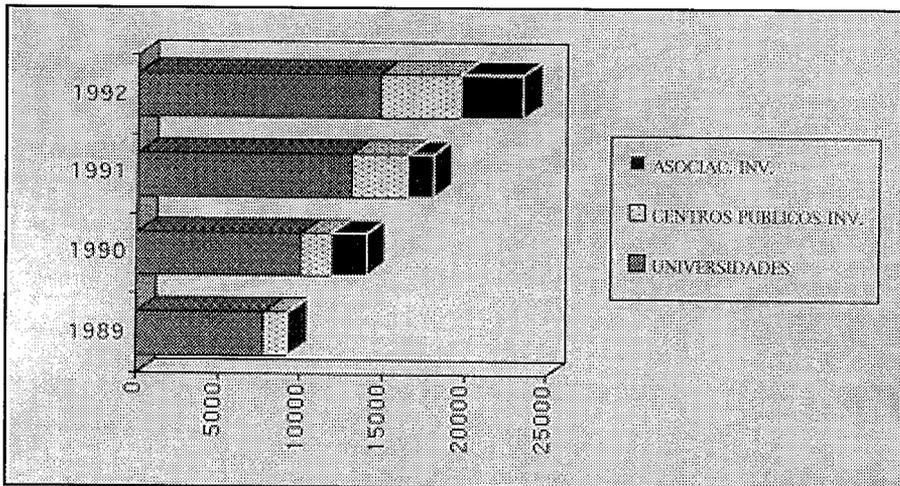
Por otra parte, el origen de la red OTRI/OTT, al igual que las Fundaciones Universidad Empresa, se enmarca dentro de un nuevo cuadro legal desarrollado a lo largo de la segunda mitad de la década de los ochenta con el fin de fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico. Dentro de este marco legal podemos destacar los artículos 11/45 de la Ley de Reforma Universitaria (LRU), la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica (Ley de la Ciencia), junto a determinados aspectos de la Ley 11/1986 de 20 de marzo, sobre Patentes, y la Ley 22/1987 de 11 de noviembre, de Propiedad Intelectual.

Así, a finales de 1988, la Dirección General de Investigación, Ciencia y Tecnología y la Secretaría General del Plan Nacional comenzaron conjuntamente la tarea de crear y expandir la red de oficinas de transferencia. Las primeras OTRI comenzaron a funcionar a partir de febrero de 1989. A final de ese mismo año, todas las universidades, así como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), contaba con su OTRI respectiva. Fue a partir

del año 1990 cuando la red comenzó a expandirse a otros CPI, como el Instituto Astrofísico de Canarias (IAC), el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), etc. De la misma forma, la red ha incorporado a las Asociaciones de Investigación, formadas por agrupaciones de empresas con fines investigadores, de especial importancia para la PYMES.

Este proceso de desarrollo de la red ha continuado desde entonces de forma continua. De hecho el número de Oficinas se ha duplicado en tan solo cuatro años, pasando de las 32 existentes a finales del 89 a las 65 de 1992 (ver Tabla 2). Actualmente existen 75. La evolución de la actividad de la red aparece representada en la figura 10.

**FIGURA 10**  
**EVOLUCIÓN DE LA CONTRATACIÓN DE LAS OTRIS**



Fuente: elaboración propia a partir de CICYT (1993, p. 454) y (1994, p. 137).

Gracias al apoyo prestado por la OTT se puede explicar, en parte, la reducida estructura con la que cuentan cada una de estas oficinas, las cuales cuentan con una media de cinco personas (tres técnicos y dos de personal auxiliar y de servicios). Igualmente hay que considerar que las OTRI universitarias se han integrado totalmente en la estructura de su respectiva universidad, en la mayor parte de los casos dentro del Vicerrectorado de Investigación. Los principales servicios o funciones que ofrecen las OTRI pueden ser resumidos en los siguientes:

- 1º Identificar, difundir y facilitar la transferencia a las empresas de los resultados de las investigaciones desarrolladas por su institución, así como la de asimilar las tecnologías externas a la misma.
- 2º Colaborar, participar y apoyar los procesos de negociación, gestión y control de los contratos y convenios de investigación, de apoyo tecnológico, asesoría, solicitud de patentes, etc. entre grupos de investigación y empresas.

- 3º Difundir y proporcionar información de los programas europeos de I+D (P. ej. Programa COMETT) y prestar asistencia a aquellos grupos o empresas que deseen presentar proyectos a dichos programas.
- 4º Colaborar, fomentar y gestionar el intercambio de personal investigador entre universidades, Órganos Públicos de Investigación y departamentos de I+D de empresas.

La OTT, organismo de coordinación, desarrolla las actividades siguientes:

- 1º Centraliza la información sobre la oferta tecnológica del conjunto de Centros Públicos de Investigación (Universidades y Órganos Públicos de Investigación). Esto se ha materializado en la producción y distribución de la base de datos DATRI, que incluye la oferta tecnológica de la red a nivel nacional y otras informaciones complementarias. Esta base de datos puede ser consultada on-line o bien a través de disquetes para PCs.
- 2º Evalúa, en colaboración con la Agencia Nacional de Evaluación de Proyectos la viabilidad tecno-económica de los resultados de la investigación.
- 3º Colabora con el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y demás órganos de interfaz próximos a la empresa para conectar aquellas tecnologías desarrolladas en los Centros Públicos de Investigación viables económicamente.
- 4º Prestar asesoría técnica a las OTRI en materia de patentes, contratos, proyectos concertados con las empresas, etc.

Para concluir, destacar la decisiva difusión de la I+D comunitaria que han realizado las oficinas OTRI, observándose un crecimiento muy importante del número de propuestas presentadas a los distintos programas específicos. El incremento de la actividad de la red en el ámbito de la Unión Europea está en consonancia con la labor que desempeña la OTT para facilitar la información de forma sistemática y eficaz.

La difusión de programas comunitarios de I+D se ha reforzado con la puesta en marcha en 1993 del Centro de Enlace VALUE que, como iniciativa del programa comunitario del mismo nombre, formará parte de la red de Centros Europeos, cuyo objetivo prioritario es la transferencia de los resultados de la investigación financiada con los fondos de la Unión Europea. El Centro de Enlace en España contará con dos sedes: una en el CDTI, que se dedicará más al sector empresarial y otra en la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, más orientada a los Centros Públicos de Investigación.

## 6. CONCLUSIONES

No queremos terminar sin exponer, como conclusiones, los principales argumentos que hemos pretendido poner de manifiesto con este artículo.

- 1) En primer lugar, la innovación es un fenómeno complejo, que se desarrolla necesariamente en el seno de los Sistemas de Ciencia Tecnología e Industria (SCTI), cuya eficiencia depende, en gran medida, de su grado de articulación e integración.

- 2) La integración de los SCTI requiere la intervención de un conjunto amplio y variado de intermediarios y órganos. Estos a su vez pueden mediar entre elementos que se sitúan en el mismo nivel del proceso innovador (este es el caso de los acuerdos de I+D firmados entre distintas empresas independientes), o en estratos diferentes (entre centros de investigación y empresas).
- 3) En España, existe un entramado amplio de órganos de integración entre los que destacan tres de ellos. En primer lugar, las Fundaciones Universidad-Empresa, de carácter privado. En segundo, los Proyectos Concertados, auspiciados desde el Plan Nacional de I+D, muy cercanos al sector empresarial. Por último, como mecanismo más reciente y de más fuerte crecimiento, destaca la Red OTRI-OTT, creadas para impulsar la articulación del SCTI español.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1989): "Tercer curso de valoración y transferencia de tecnología". Política Científica, 20.
- BRAVO, A.; QUINTANILLA, M.A. y VEGA, M. (1992): "La evolución reciente de las relaciones entre Universidad y Empresa a través de las fundaciones Universidad-Empresa y las OTRI". Arbor, CXLI, febrero-marzo, Madrid.
- CARPENTIER, M. (1990): "Política tecnológica en la Comunidad Europea". Economía Industrial, septiembre-octubre.
- CASILLAS, J.C.; MORENO, A.M. y OVIEDO, M.A. (1993): "La PYME española ante la cooperación transnacional". Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, Vol. 2, nº 3.
- CASILLAS, J.C. y MORENO, A.M. (1995): "Análisis de las propuestas de colaboración de las empresas españolas en los Programas Europeos de I+D". Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Vol. 4, nº 1.
- CASILLAS, J.C. y ROLDÁN, J.L. (1995): "An Approach to the Technology Transfer Organizations: A Device for Integrating Science, Technology and Industry System". En: Conference on Business Development in Central and Eastern Europe and its Implications for the Economic Integration of the CEEC in a Wider Europe, Brno, República Checa.
- CASTELLS, M. (1992): Andalucía: modernización tecnológica y desarrollo económico. Espasa-Calpe, Barcelona.
- CENTELLES ECHEVARRÍA, E. (1983): "La actividad de capital riesgo ("Venture Capital"): características y posibilidades en España", Economía Industrial, 231, mayo-junio.
- CICYT (1991): Memoria del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico 1989, Madrid.
- CICYT (1992): Memoria del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico 1990, Madrid.
- CICYT (1993): Memoria del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico 1991, Madrid.
- CICYT (1994): Memoria del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico 1992, Madrid.

- CÍRCULO DE EMPRESARIOS (1988): *Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación*, Círculo de Empresarios, Madrid.
- COTEC (1994): *Conferencia COTEC. Entorno y tecnología*. Fundación COTEC, Madrid.
- ESCORSA, P. y DE LA PUERTA, E. (1991): "La estrategia tecnológica de la empresa: Una visión de conjunto" *Economía Industrial*, septiembre-octubre.
- EVAN, W. y OLK, P. (1990): "R&D Consortia: A New U.S. Organizational Form". *Sloan Management Review*, Spring.
- GALÁN, J.L.; CASILLAS, J.C y MORENO, A.M. (1992): "Andalucía en el Sistema de Ciencia Tecnología e Industria Español". *Boletín Económico de Andalucía*, Vol. 14, Sevilla.
- GONZÁLEZ, J.; COMESAÑA, J.; CRIADO, E; ARAGÓN, J y DURÁN, A. (1993): "Actividades de I+D y Transferencia de Tecnología en la Empresa Española". *Economía Industrial*, enero-febrero.
- JACQUEMÍN, A. (1986): *Compétition européenne et coopération entre entreprises en matière de reserche-developpement*. Luxemburgo: Comisión de las comunidades Europeas.
- MARTÍ PELLÓN, J. (1994): "La financiación mediante capital riesgo en España". En: MARTÍ, J. (1994): *La financiación de PYMES mediante el capital riesgo*. IMPIVA, Valencia.
- MEYER, M.H. y UTTERBACK, J.M. (1993): "The Product Family and the Dinamics of Core Capability". *Sloan Management Review*, Spring.
- MINER (1995): *El capital riesgo en España. 1994-1995*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- MORENO MENÉNDEZ, A.M. (1996): "La participación de las empresas en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria europeo". En: *Administrando para la Sociedad*. Excm. Diputación Provincial de Sevilla.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990): "The Core Competence of the Corporation". *Harvard Business Review*, May-June.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1995): *Compitiendo por el Futuro*. Ed. Ariel, Madrid.
- RODULFO LAVILLA, C. (1994): "Modelos y fases de la toma de participación en una operación de capital riesgo". En: MARTÍ, J. (1994): *La financiación de PYMES mediante el capital riesgo*. IMPIVA, Valencia.
- ROLDÁN SALGUEIRO, J.L. (1996): "Análisis de los servicios gestionados por las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) andaluzas". En: *Administrando para la Sociedad*. Excm. Diputación Provincial de Sevilla.
- ROUSSEL, P.A. (1991): "La Planificación de la Cartera de Tecnologías". *Economía Industrial*, septiembre-octubre, Madrid.
- RUFINO, J.I. y VILLEGAS, M.M. (1996): "Las relaciones Universidad y Entidades Externas en el marco de las fundaciones Universidad-Empresa". En: *Administrando para la Sociedad*. Excm. Diputación Provincial de Sevilla.
- SÁNCHEZ, M.P. (1993): "El desarrollo tecnológico, factor clave de la competitividad. Las nuevas teorías sobre la innovación tecnológica". En: *Los Grandes Retos de la Economía Española*, Pirámide, Madrid.
- SCHOEMAKER, P.J.H. (1992): "How to Link Strategic Vision to Core Capabilities". *Sloan Management Review*, Fall.
- TOPETE, P. (1992): *La cooperación entre empresas*, IMPI.

**RESUMEN**

El objetivo de nuestro trabajo es analizar el Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria (SCTI) español. Consideramos que las empresas disponen de dos instrumentos para poder acceder a nuevos conocimientos técnicos: cooperar con otras empresas, o contactar con otros estamentos del SCTI. Se realiza una descripción de los organismos que actúan como interfaz entre los oferentes y demandantes de tecnologías. Entre ellos destacamos las Fundaciones Universidad-Empresa, los proyectos concertados auspiciados por el Plan Nacional de I+D, y las Oficinas para la Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRI). El artículo ofrece una descripción de estos órganos españoles de interfaz desde una perspectiva sistémica.

**ABSTRACT**

The aim of the present paper is to analyze the Spanish Science, Technology and Industry System (STIS). It is recognized that firms have two main methods of securing technical knowledge: cooperating with other companies or making contact with other STIS subsystems. These organizations act as the interface between technological suppliers and consumers. Among these, are mentioned the Universities-Enterprises Foundations, projects financed by the R&d National Plan, and the Research Results Transference Offices. This article gives a descriptive account of the structure and evolution of these interface organizations in Spain, from a systemic point of view.