ÍNDICE

PRESENTACIÓN 11

1. INTRODUCCIÓN 13

2. LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS 15

2.1. La tecnología 15
2.1.1. Qué es y en qué consiste 15
2.1.2. Cómo surge 16
2.1.3. Cómo se aplica 16
2.2. Las estrategias tecnológicas 18
2.2.1. Introducción 18
2.2.2. Evolución de las estrategias tecnológicas 19
2.3. Evaluación y método para el diseño del Plan Estratégico Global Tecnológico (PEGT) 30
2.3.1. Procedimiento recomendable en el diseño del PEGT .. 30
2.3.2. Enfoques metodológicos de diagnóstico 33
2.3.3. Valoración económica de proyectos tecnológicos 36

3. LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO 59

Introducción 59
3.1. Análisis de la situación tecnológica empresarial 61
3.1.1. El desafío tecnológico de Europa 61
3.1.2. Las nuevas tecnologías y las Pymes 62
3.1.3. El mercado español y la investigación tecnológica 63
3.1.4. Relación entre empresa y centros técnicos 64
3.2. Ejes fundamentales tecnológicos 65
3.2.1. La difusión tecnológica 65
3.2.2. La mejora de resultados en investigación 70
3.2.3. La cooperación tecnológica 72
3.3. Propuesta de medidas 75
3.3.1. Potenciación de la difusión de la información tecnológica 75

3.3.2. Apoyos a la mejora de resultados en investigación y a la cooperación tecnológica 78
3.4. Paradigma de sistemas de ciencia y tecnología 81
3.4.1. El sistema de ciencia y tecnología: caso de la CAV 81
3.4.2. El sistema de ciencia y tecnología: caso de la C.F. Navarra 88
3.4.3. Analogías y particularidades en estos sistemas de C-T ... 95

4. EL SECTOR PÚBLICO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA UNIÓN EUROPEA 105

4.1. La investigación y la innovación tecnológica. Sistemas dirigidos y por agregación 105
4.2. El papel de los fondos públicos 106
4.3. Indicadores significativos 108
4.4. Cuatro modelos de ciencia y tecnología 115
4.5. Un modelo tendencial 118
4.6. El modelo elegido por la UE. Papel de las tecnologías punta y de los proyectos integrados 119

5. LAS ORGANIZACIONES INNOVADORAS 131

5.1. Introducción 131
5.1.1. Proceso continuado de cambio 131
5.2. La innovación: una vivencia 132
5.2.1. Conceptos de innovación 133
5.2.2. Distinción de otras disciplinas 134
5.2.3. Tipos de actividades innovadoras 137
5.2.4. Proceso histórico de implantación 138
5.3. Alcance de la innovación 140
5.3.1. Afecta a toda la empresa 141
5.3.2. Papel de la dirección en el proceso 141
5.3.3. Adaptaciones previas 142
5.4. Qué deben conocer las empresas 142
5.4.1. Metodología de previsión de las discontinuidades 143
5.4.2. Estrategias/actitudes innovadoras 148
5.4.3. Posicionamiento de la empresa 152
5.5. Aplicación del método de gestión innovadora 153
5.5.1. Planteamiento general 153
5.5.2. Concepto de mercado 156
5.5.3. Adaptaciones preliminares 157
5.5.4. Estrategias/Actitudes 159
5.5.5. Gestión de la innovación en la empresa 169
5.6. Los procedimientos en la innovación tecnológica 177
5.6.1. Modelos deterministas de innovación tecnológica 177
5.6.2. Modelo de enlaces de la cadena 179
5.6.3. Inversiones, actividades y gestión 181

6. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA 183

Introducción 183
6.1. La transferencia contractual de tecnología 183
6.1.1. El caso español 184
6.2. Propiedad industrial 197
6.2.1. Definiciones básicas 198
6.2.2. Posibilidades de las patentes como indicadores de ciencia y tecnología 201
6.3. Características históricas 203
6.3.1. Normativa reguladora 205
6.3.2. Normativa reguladora. Sistemas jurídicos 207
6.3.3. Incidencia de los cambios legislativos 209
6.4. Patentes 211
6.4.1. Indicadores mixtos: ciencia/tecnología 213
6.4.2. Estudio metodológico 215
6.4.3. Transferencia tecnológica 217

7. INDICADORES INTERNACIONALES NORMALIZADOS EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA 225
Introducción 225
7.1. La medición internacional de las actividades de I+D 226
7.2. El manual OCDE para la medida de las actividades de I+D 227
7.3. Análisis y aspectos técnicos del manual 227
7.4. Actividades de investigación y desarrollo 229
7.5. Criterios para la medida de la I+D 229
7.5.1. Sistemas de clasificación 230

8. BALANZA TECNOLÓGICA DE PAGOS 233
Introducción 233
8.1. El manual OCDE para la medida de la transferencia tecnológica 234
8.1.1. Análisis y aspectos técnicos del manual 235
8.1.2. Actividades de transferencia tecnológica 235
8.1.3. Actividades excluidas del manual OCDE 238
8.2. La medición internacional de las actividades de innovación 243
8.2.1. El manual OCDE para la medida de las actividades de innovación 244
8.2.2. Análisis y aspectos técnicos del manual 245
8.2.3. Criterios para la medida de los gastos de innovación 246

BIBLIOGRAFÍA 249

4
EL SECTOR PÚBLICO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA UNIÓN EUROPEA

El papel de la financiación pública, y la mayor o menor programación de la I+DT en los distintos sistemas de ciencia y tecnología son temas discutidos, que en esta parte pretendemos abordar estableciendo los indicadores que nos parecen más significativos a este respecto, analizando su evolución en un conjunto de países de la OCDE (EE UU, Japón, Alemania, Reino Unido, Francia, Italia, España y el conjunto de la UE), en relación con cuatro modelos tecnológicos que definimos en el trabajo, y con un modelo tendencial, que consideramos podría ser un centro de convergencia para dichos modelos.

Analizamos más detenidamente la evolución de la política tecnológica de la UE, en relación con las cuestiones objeto de estudio y consideramos sus opciones de futuro más significativas, comparándolas con éxito con las que se derivarían de buscar, desde la situación actual, la convergencia con el llamado «modelo tendencial».

4.1. LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. SISTEMAS DIRIGIDOS Y POR AGREGACIÓN

El avance tecnológico y la innovación en la empresa se muestran como elementos cada vez más esenciales para la mejora de la competitividad del sistema productivo de presente y sobre todo de futuro. La investigación científica está en la base del desarrollo tecnológico del presente siglo, y la relación entre investigación y desarrollo tecnológico, y más aún si de lo que hablamos es de innovación, ha sido muy discutida y coincidiríamos con Brooks en afirmar que tiene un alto grado de complejidad, y que es una relación fuertemente interactiva.

Son conocidos algunos ejemplos de desarrollo tecnológico logrados como consecuencia de descubrimientos científicos (modelo lineal de innovación), y por otra parte, la incidencia en el crecimiento de determinadas tecnologías de actuaciones dirigidas (modelo dirigido) como las que son consecuencia de la carrera espacial, o del esfuerzo de los estados por mantener el

liderazgo en la carrera de armamentos. No hay duda de que la implicación se produce en ambos sentidos (interacción) y que se precisa de un desarrollo autónomo de la Ciencia, particularmente en sus contenidos básicos, pero también es indispensable para su desarrollo la programación de las actuaciones y la selección de proyectos en función de los objetivos que se pretenden obtener.

Algunos autores (Arie Rop, Barend van der Meulen) distinguen entre *sistemas agregados* producto de la acumulación de conocimientos desarrollados bajo planteamientos estrictamente científicos, y *sistemas dirigidos* producto de la programación de objetivos y de la orientación de la investigación para obtenerlos. En lo que se han denominados sistemas de Ciencia y Tecnología de los distintos países conviven, en distinto grado, ambos sistemas, de modo que en unos casos se pone más el acento en la libertad de investigación y en la *agregación* de conocimientos y en otros en la *programación* de los apoyos a la investigación con objetivos claramente definidos.

También la valoración de los distintos sistemas suele ser muy variada, los investigadores suelen demandar autonomía a la hora de tomar sus opciones, mientras que las empresas o los organismos gubernamentales suelen pretender la orientación *dirigida* a la consecución de objetivos bien determinados.

Buena parte de los autores que analizan las políticas de I+DT, consideran que los logros más significativos desde el punto de vista tecnológico se obtienen en el seno de la empresa, porque la innovación y la tecnología son tales solamente si resuelven un problema de proceso o de producto planteado, pero para obtenerlos se precisa de un *entorno* favorable, que debe ser creado y articulado por un adecuado sistema de I+DT. Al mismo tiempo se considera que el avance tecnológico solo se puede producir por acumulación de conocimiento y que se precisa de apoyo público para su financiación.

La necesaria aproximación entre sector público y empresa parece estar relacionada con un mayor énfasis en la investigación que hemos llamado *dirigida*, que es la que normalmente realizan las empresas.

4.2. EL PAPEL DE LOS FONDOS PÚBLICOS

La necesidad de una cierta financiación pública de la IDT ha sido muy discutida, pero hoy es comúnmente aceptada sobre la base de la dificultad de apropiación por la empresa del rendimiento de la inversión realizada, a causa de la cada vez más rápida difusión de las tecnologías, lo que se acentúa en el caso de la innovación. Algunos autores hablan de un rendimiento social muy por encima del rendimiento privado (Berstein, M. Nadiri, E. Mansfield), situación que desincentiva la inversión privada.

Las dificultades de apropiación de los rendimientos de la investigación tecnológica, que tratan de paliarse mediante los sistemas de patentes y otras formas de propiedad industrial, se acentúan en el caso de la innovación, de

difusión normalmente más fácil y rápida, y por tanto mucho más difícil de proteger.

Según algunos autores (Giraldez, E.; Lichtenberg, F.) se produce la paradoja de que el rendimiento de la I+DT con financiación pública es sensiblemente inferior al de la de financiación privada. Pero el papel de la financiación pública como estímulo de la privada, parece poco discutible, y la presencia de ambas es completamente necesaria para el crecimiento de la competitividad y de la riqueza (9).

La función del sector publico es cada vez más el crear un entorno favorable a la innovación (Porter, M. E.), en el que se incluye un sistema de investigación-industria interactivo y eficiente que permita al desarrollo tecnológico y a la innovación beneficiarse de los avances de la investigación y de las capacidades generadas. Pero la experiencia demuestra que los países tecnológicamente avanzados (EE UU, Francia, Japón, Alemania, Reino Unido…) suelen disponer de grandes proyectos industriales, espaciales o de defensa, en gran medida financiados con fondos públicos.

Por consiguiente el papel de los fondos públicos parece tener tres vertientes, por una parte se debe orientar a financiar la enseñanza superior y la investigación básica, que permita un adecuado nivel de recursos humanos y de capacidad investigadora (parte importante del *entorno* favorable a la innovación), por otra debe programar y financiar una parte de la I+DT de interés para el país en colaboración con las empresas y con los CPI, y en tercer lugar debe velar por que la relación y cooperación entre la investigación y la industria sea lo más estrecha posible.

El sector público por tanto debe actuar en el *entorno científico*, en el *entorno tecnológico* (Fernández de Lucio) y también en la creación de ese *entorno* y la capacidad de colaboración entre los factores en presencia.

Diremos que un sistema tiene un alto grado de integración si la cooperación entre investigación y empresa es alta. Para lograr un sistema integrado, el sector público (a cualquiera de sus niveles: nacional, regional, local, universidad…) puede crear organismos de interface que faciliten la consecución del objetivo de comunicación y colaboración (Otris, centros tecnológicos nacionales o regionales, redes de información y difusión…), pero sobre todo debe orientar la financiación de modo que realmente promueva la cooperación, por ejemplo financiando preferentemente programas que exijan la presentación conjunta de proyectos de entre empresa y universidades o centros de investigación.

Los datos sobre financiación del sistema en su conjunto y de la I+DT de las empresas, por la industria y por el sector público, los datos sobre distribución de la ejecución del gasto total y del gasto público, así como sobre gasto en promoción general del conocimiento e investigación básica y en programas específicos (a pesar de las dificultades de homogeneización entre unos países y otros), nos indicarán las características básicas de cada sistema.

4.3. INDICADORES SIGNIFICATIVOS

Pretendemos situar a los distintos sistemas de ciencia y tecnología en relación con el papel de la financiación pública de la I+DT (porcentaje respecto del PIB y respecto del de las empresas), así como de la distribución de la ejecución del gasto por empresas, estado y centros de enseñanza superior (fundamentalmente universidades), de modo que podamos obtener datos sobre el papel del sector público y el grado de integración de cada sistema.

Por otra parte pretendemos establecer la relación entre investigación *dirigida* mediante la realización de programas sectorializados, y la *agregada* consecuencia de actuaciones de promoción general del conocimiento y otras de carácter general.

Para situar a cada uno de los sistemas respecto a las referencias definidas, estableceremos una serie de indicadores, que considerados en su conjunto nos deben permitir: situar los distintos sistemas de IDT e identificar las tendencias más significativas y las orientaciones de futuro a aplicar para la mejora de los sistemas de innovación.

Los indicadores que nos han parecido más significativos para los objetivos señalados son los siguientes:

— % del PIB de gasto en innovación tecnológica total (GERD), de las empresas (BERD), estatal (GOVERD) y de la enseñanza superior (HERD) (cuadro 1).

— Distribución del gasto total en IDT (GERD) realizado por la industria, el estado, los centros de enseñanza superior y las instituciones sin fines de lucro (cuadro 2).

— Distribución del gasto estatal en IDT (GOVERD) realizado por la industria, el estado, los centros de enseñanza superior y las instituciones sin fines de lucro (cuadro 3).

— Financiación del gasto en IDT (GERD), % financiado por el estado, % financiado por la empresa (cuadro 4).

— Financiación de la IDT empresarial (BERD) por fuentes (cuadro 5).

— % del gasto presupuestario en innovación (GBAORD), con objetivos civiles, distribuido por programas sectoriales y % en promoción general del conocimiento (cuadro 6).

De los datos utilizados en los cuadros señalados (16, 17, 18) se desprenden algunas tendencias generales en los años 90 a destacar:

— Descenso en el % de PIB dedicado a IDT, en los 90, recuperación a partir de 1995, descenso menos acusado en la UE.

— Descenso en los fondos presupuestarios dedicados a IDT por problemas de déficit en la primera mitad de los 90.

— En los países tecnológicamente avanzados el papel de las empresas en la financiación y gasto de la IDT es dominante.

— Disminuyen en porcentaje los gastos de defensa.

— La enseñanza superior recupera participación en IDT, invirtiendo la tendencia de los 80.

— Disminuyen los gastos ejecutados por el estado en IDT, debido al paso de determinados organismos del sector público al privado (Atomic Energy Authority en el Reino Unido, France Telecom y GIAT en Francia).

— La financiación exterior crece por la IDT de las multinacionales y en los países de la UE por el aumento de los fondos comunitarios.

Análisis de los indicadores de algunos países.

Consideraremos los datos (16, 17, 18) de los índices seleccionados correspondientes a los EE UU, Japón y algunos países de la UE (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España), de modo que nos permitan disponer de datos sobre los modelos tecnológicos vigentes en dichos países y sus tendencias más significativas.

JAPÓN

Los índices tomados como significativos la sitúan del siguiente modo:

— Gasto en I+DT alto, en porcentaje de PIB (cuadro 1).

— La mayor parte del gasto la realizan las empresas. Protagonismo e iniciativa de la empresa (cuadro 1).

— Escasa participación en la IDT de las universidades (cuadro 2).

— Escasa colaboración entre universidad y empresa (cuadro 2, 3).

— Escasa colaboración entre sector público y empresas (cuadro 2, 3).

— El Estado gasta directamente un porcentaje excesivo de la aportación pública a IDT (cuadro 3).

— Infima financiación estatal de la IDT empresarial.

— La mitad del gasto presupuestario en IDT se dirige a objetivos de carácter general (cuadro 6).

Tendencias:

— Mayor participación del sector público en IDT.

— Mayor cooperación entre sector público y empresas.

— Aumento de la cooperación con el exterior, hasta ahora muy limitada.

— Apoyo a las tecnologías «blandas» y a la innovación.

— Crecimiento de la programación de proyectos.

EE UU

Los índices tomados como significativos la sitúan del siguiente modo:

— Gasto en I+DT alto, en porcentaje del PIB (cuadro 1).

— La financiación del sector público está infravalorada, al considerar solamente los fondos federales, con lo que quedan fuera los fondos de los Estados para las Universidades. Con esta inclusión la financiación pública es relativamente alta.

— Flujo interactivo de cooperación entre Estado, empresas y centros de investigación (cuadros 2, 3, 4).

— Baja participación estatal en la ejecución del gasto (cuadros 2, 3).

— Creciente participación de las empresas tanto en la financiación como en el gasto (cuadros 2, 4).

— Alta participación del estado, aunque decreciente, en la financiación de la IDT empresarial (cuadro 5).

— La proporción de gasto orientado sectorialmente es muy elevada, frente a la dotación de carácter general (cuadro 6), esto es debido a la no inclusión de los fondos estatales antes señalada (cuadro 6. 2. 2) y a que los programas incluyen apoyo a la investigación básica. Una estimación del gobierno americano sitúa para investigación básica entre el 18 y el 20% de los fondos presupuestarios para 1999.

— Peso importante del gasto en defensa, superior al 50% (cuadro 6)

— En cualquier caso la opción de EE UU es claramente por una investigación dirigida.

Tendencias:

— Disminución del gasto en I+DT Defensa.

— Crecimiento del gasto en salud.

— Aumento de las dotaciones para investigación básica en los últimos años.

— Decrece la financiación estatal de la IDT de las empresas (cuadro 5).

— Crecimiento de los programas de apoyo al desarrollo y a la innovación en la empresa (ATP, SBIDP).

— Crecimiento de la cooperación.

— Preocupación por la formación cada vez más polivalente de recursos humanos.

ALEMANIA

Los índices tomados como significativos la sitúan del siguiente modo:

— Gasto en I+DT moderado y ligeramente decreciente, en porcentaje del PIB.

— Equilibrada participación estatal en la financiación global de la IDT y de las empresas en el gasto (cuadros 2, 4).

— Baja participación de las empresas en el gasto del estado en I+DT, elevada participación de las universidades y del estado (cuadro 3) (puede deberse al carácter público de los centros tecnológicos: Fraunhofer Gesellschaft, Max Planck Gesellschaft…).

— Baja financiación pública de la IDT de las empresas (cuadro 5).

— Bajo porcentaje de gasto programado sectorialmente (cuadro 6).

Tendencias:

— Las tendencias en Alemania vienen en gran medida mediatizadas por el esfuerzo de absorción de la economía de la Alemania Oriental y de sus estructuras de IDT, que modifican las tendencias a partir de 1991.

— La tendencia al aumento de la participación de las empresas en la financiación de la IDT que se produce en los 80, se ve interrumpida a comienzo de los 90 por la necesidad de financiar con fondos públicos la reestructuración del sistema de la Alemania Oriental.

— El crecimiento en % del PIB dedicado a IDT que se produce a lo largo de la década de los ochenta hasta alcanzar un 2, 9%, se ve interrumpido en la de los 90 en que regresa al 2, 3%.

— Crece la participación en el gasto, especialmente en el estatal, de los centros de enseñanza superior (cuadros 2, 3).

— Orientación al desarrollo de tecnologías industriales claves: biotecnología, información, nuevos materiales, tecnologías de la física y de la quimica y tecnologías medioambientales.

— Aumenta la participación en programas estratégicos internacionales, especialmente europeos (espacio, aviónica, armamento, fusión, investigación marina…).

FRANCIA

Los índices tomados como significativos la situan del siguiente modo:

— Gasto en I+DT moderadamente alto, en porcentaje del PIB.

— Elevada financiación pública de la IDT, una parte de la cual es financiación exterior de programas europeos (cuadro 1, 4).

— Elevada participación del Estado en la ejecución del gasto en IDT y en la ejecución del gasto público, relativamente baja, aunque creciente participación de la universidad (cuadros 2, 3).

— Participación significativa de las empresas en el gasto público en IDT, lo que indica una buena integración empresas-estado (cuadro 3).

— Elevada financiación del Estado de la IDT de las empresas (cuadro 4).

— Gasto en defensa relativamente alto (en torno al 30%, cuadro 6).

— Opción por una investigación dirigida. Equilibrada relación entre gasto programado y no orientado 65-35% (cuadro 6).

Tendencias:

— Disminución de los gastos dedicados a defensa.

— Aumento de los gastos en aviónica y programa espacial.

— Los grandes programas aviónica, espacial, nuclear y de defensa tienden a integrarse en programas europeos.

— Las empresas tecnológicas en proceso de privatización.

— Crece el gasto no orientado en IDT (cuadro 6).

— Aumenta la participación en el gasto de las universidades (cuadros 2, 3).

REINO UNIDO

— Gasto en I+DT moderado, ligeramente descendente, en porcentaje del PIB (cuadro 1).

— Reparto del gasto total equilibrado. Elevada participación de las empresas en el gasto de la I+DT. (cuadro 2).

— Creciente participación de la enseñanza superior en el gasto de la IDT estatal y alta participación de las empresas en el mismo, lo que indica una buen grado de integración del sistema (cuadro 3).

— Suficiente apoyo público a la I+DT de las empresas si consideramos que una parte del apoyo exterior será público (cuadro 4).

— Elevada participación del sectro exterior en la financiación, lo que indica mayor integración en los proyectos europeos y fuerte presencia de las multinacionales (cuadros 4, 5).

— Opción por la IDT programada frente a la de caracter general (cuadro 6).

Tendencias:

— Disminución de los fondos de I+DT respecto a % de los 80 (cuadro 1).

— Importante peso del gasto en defensa, aunque en disminución (cuadro 6).

— Crece la participación de la enseñanza superios en el gasto en IDT tanto estatal como total (cuadros 2, 3).

— El «Libro blanco» de 1993 plantea reforzar la cooperación entre poderes públicos, industria y universidad.

— Creación de centros de investigación interdisciplinaria.

— Potenciación de la formación para la investigación.

— Crece la financiación exterior (cuadros 4, 5). Participación creciente en los proyectos europeos: IV Programa Marco, Eureka, ESA y de defensa.

ITALIA

— Gasto en I+DT bajo, en porcentaje del PIB, tanto de las empresas como del sector público (cuadro 1).

— Bajo porcentaje de financiación de la IDT por las empresas y bajo gasto de las mismas en I+DT (cuadro 4, 2).

— Baja participación de la industria en el gasto total y muy baja en el gasto público (cuadros 2, 3).

— Alta participación del Estado en la ejecución del gasto y en particular en la de la IDT de financiación estatal (cuadros 2, 3).

— Baja financiación del Estado de la I+DT de las empresas, mejora este dato si sumamos una parte de la financiación exterior (cuadro 5).

— Domina el gasto presupuestario no programado sectorialmente, más del 50% (cuadro 6).

Tendencias:

— La financiación pública se orienta más a la enseñanza superior en detrimento de la investigación tecnológica (cuadros 2, 3).

— Crece la financiación exterior dela IDT de las empresas (cuadro 5).

— Creación y potenciación de organismos de investigación especializada: ENEA (energía, medioambiente, nuevas tecnologías), ASI (agencia espacial italiana).

— Participación creciente en programas europeos.

— Programas de apoyo a la innovación en la PME.

ESPAÑA

— Gasto en I+DT muy bajo, en porcentaje del PIB, tanto de las empresas como del sector público (cuadro 1).

— Bajo porcentaje de financiación de la IDT por las empresas y bajo gasto de las mismas en I+DT (cuadros 2, 4).

— Muy baja participación de las empresas en el gasto de IDT financiada por el estado (cuadro 3).

— Alta participación del Estado en la ejecución del gasto y en particular en la del gasto de financiación estatal (cuadros 2, 3).

— Alta participación de la universidad en la ejecución del gasto tanto del público como del total (cuadros 2, 3).

— Baja financiación del Estado de la I+DT de las empresas, aunque mejora este dato si sumamos una parte de la financiación exterior que es pública (cuadro 4).

— Importante papel del CDTI, centro de apoyo al desarrollo tecnológico.

Tendencias:

— Estancamiento a partir de 1992 del porcentaje de PIB dedicado a I+DT (cuadro 1)

— Crece la participación de las universidades, que ya es alta, en el gasto en IDT.

— Crece la IDT no orientada (cuadro 6).

— Aumento de la participación en programas europeos.

— Aumento de la IDT programada a comienzo de los 90 por la introducción de los Planes Nacionales de IDT, que sin embargo se gastan en gran medida en las universidades.

— Potenciación de organismos de interfaces del sistema (OTRI, centros tecnológicos…).

UNIÓN EUROPEA (en conjunto)

Los índices tomados como significativos la sitúan del siguiente modo:

— Escasa financiación de I+DT en porcentaje de PIB, (cuadro 1).

— Alta participación del Estado y de los centros de enseñanza superior en la ejecución del gasto público en IDT (cuadro 3).

— Relativamente baja participación de las empresas en el gasto público en IDT (cuadro 3).

— Baja financiación por el Estado de la IDT de las empresas (cuadro 5).

— Elevado gasto en avance general del conocimiento, frente al gasto programado (cuadro 6).

— Escasa cooperación empresa-universidad.

— Falta de grandes programas de investigación a escala europea.

Tendencias:

— Decrece el gasto en IDT en % del PIB.

— Creación de órganos de interfaz empresa- centros de investigación.

— Aumento de la financiación pública de la IDT empresarial y apoyo creciente al desarrollo y a la innovación en la empresa.

— Fomento de la interdisciplinaridad de los programas.

— Formación y movilidad de los investigadores (geográfica y funcional).

— Creación de grandes programas europeos en el sector espacial, aeronáutico, aviónica civil y militar, medioambiente… etc.

— Apoyo a la difusión de la innovación, creación de redes especialmente para las PYMES.

4.4. CUATRO MODELOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Con los datos señalados en el apartado anterior, respecto a los parámetros considerado (financiación: estado-empresa, gasto: estado-empresa-universidades, sistema dirigido-agregado), se dibujan entre los países considerados cuatro modelos tecnológicos, que voy a definir empíricamente.

Para la definición de los cuatro modelos empíricos de sistema de ciencia y tecnología que planteamos como puntos de referencia, nos basaremos en la distinta presencia y papel del sector público y de la empresa privada, así cómo en la mayor o menor programación de los objetivos planteados en cada sistema (agregados-dirigidos). Una descripción esquemática es la siguiente:

Modelo n.º 1: Prioridad tecnología en la empresa. Sistema tecnológico que sitúa la iniciativa, financiación y gasto de la IDT prioritariamente en las empresas, que podrá recibir apoyo público para realizar sus proyectos. El gasto público se orienta a financiar la enseñanza superior, promoción general del conocimiento y al apoyo a las demandas empresariales. El sistema de investigación general se relaciona poco con la innovación tecnológica.

Modelo n.º 2: Prioridad investigación científica. Sistema de Ciencia y Tecnología que plantea un desarrollo científico autónomo, sitúa la iniciativa del sistema en las instituciones de investigación y en los investigadores, plantea el uso de los resultados por el sistema productivo cuando puedan ser útiles.

— Apoyo público a la promoción general del conocimiento.

— Apoyo a la investigación pero no al desarrollo competitivo.

— Fortaleza del sistema de investigación. Debilidad del sistema tecnológico.

Modelo n.º 3: Sistema mixto 1. *Programación estatal*. Grandes programas tecnológicos con objetivos estratégicos definidos, financiados por fondos públicos y realizados principalmente por el sector público (empresas públicas o CPI), que conviven con un sistema investigador agregado fuerte, que se rige por criterios autónomos establecidos por la comunidad investigadora.

Modelo n. º 4: Sistema mixto 2. *Grandes programas abiertos*. Grandes programas tecnológicos con objetivos estratégicos definidos, financiados con fondos públicos, pero desarrollados en su mayor parte por las empresas en colaboración con los centros de investigación (universidades, centros de investigación y tecnológicos, públicos o privados). que conviven con un sistema investigador agregado, que se rige por criterios autónomos establecidos por la comunidad investigadora.

Partiendo del dato de que hoy todos los sistemas de Ciencia y tecnología existentes son mixtos, de que una condición inexcusable para el desarrollo tecnológico es disponer de un sistema educativo y de investigación eficiente y de calidad (financiado en la mayor parte de los casos por fondos públicos), y que las grandes empresas disponen de su propio sistema de I+DT, podríamos establecer algunos paralelismos necesariamente simplificadores de los modelos señalados con la política tecnológica en determinados países.

1. En el modelo de prioridad tecnología en la empresa, la financiación y ejecución de la I+DT se sitúa prioritariamente en la empresa, con lo que estaría dentro de lo que hemos llamado sistemas «dirigidos» aunque el protagonismo en la gestión se sitúe en el ámbito privado, desde el sector público se pueden seleccionar las áreas estratégicas de mayor interés público y concentrar en ellas los mayores apoyos. Hay que esperar de tal sistema un elevado rendimiento en innovación y tecnología y cierta debilidad en el sistema de investigación, lo que a largo plazo puede incidir negativamente también en el desarrollo tecnológico, cuya base es el conocimiento y que precisa de recursos humanos polivalentes y de alta cualificación.

El modelo japonés tiene algunas de las características descritas y puede considerarse un ejemplo del mismo, con una gran fortaleza tecnológica y cierta debilidad en investigación, fuerte protagonismo de la empresa en el gasto en I+DT y opciones estratégicas en tecnología tomadas por el MITI (Ministerio de industria y comercio) con protección del mercado interno para propiciar la expansión internacional.

2. El modelo de *prioridad investigación científica* da apoyo a la investigación sin establecer prioridades, con lo que se situaría en lo que hemos llamado sistemas agregados, con el protagonismo de la gestión situado en la comunidad científica y con desarrollo tecnológico derivado de los avances científicos en colaboración con la empresa. Desde el sector público los apoyos son horizontales sin establecer programas prioritarios y la financiación pública se sitúa en la investigación y desaparece con la proximidad al mercado (desarrollo, demostración y comercialización).

Los criterios mantenidos por la UE hasta 1990 en financiación de la IDT podrían servir de ejemplo y en particular aunque siempre como sistemas mixtos, los sistemas desarrollados por algunos países europeos (Alemania). Son las empresas las que han de financiar su propio desarrollo tecnológico y la innovación y el sector público ha de apoyar la existencia de centros (universidades, fundaciones y centros de investigación y tecnológicos) con un alto

nivel científico, que podrán colaborar en la solución de los problemas tecnológicos con las empresas. Los centros y los proyectos de investigación que se financian deben situarse a un nivel teórico (CERN).

La fortaleza de este modelo se sitúa en la investigación, calidad de las publicaciones, y grupos de investigación, mientras que su mayor debilidad está en el desarrollo tecnológico, por la difícil articulación entre las necesidades tecnológicas del sistema productivo y el sistema científico que no orienta sus actuaciones en relación con la demanda. La creciente necesidad de actuaciones multidisciplinares en el desarrollo tecnológico acentúa la debilidad de este sistema, en el que la necesidad de especialización hace que las distintas disciplinas se configuran cómo departamentos estancos.

3. El modelo mixto n.º 1 *Programación estatal*, establece por una parte apoyo a la investigación de forma «agregada» y al desarrollo con ello de universidades y centros de investigación de calidad, sin prioridades programáticas, pero a este sistema le superpone otro, claramente «dirigido» que supone la realización de grandes proyectos tecnológico-industriales, generalmente relacionados con la defensa y con la tecnología espacial, con financiación estatal y llevados a cabo por empresas y centros tecnológicos públicos en la mayor parte de los casos.

La política tecnológica desarrollada por Francia en las últimas décadas puede ser un ejemplo de este modelo, estrechamente relacionado con opciones de autonomía política materias estratégicas como defensa, espacio o energía. Sistema que sigue teniendo como principal debilidad la articulación de investigación y empresa, así cómo la conexión entre el sistema de investigación y las demandas tecnológicas del sistema productivo.

4. El modelo mixto n.º 2, *Grandes programas abiertos*. En él los grandes proyectos tecnológicos financiados con fondos públicos, se ejecutan mediante contratos abiertos a la cooperación entre empresas y centros de investigación (públicos o privados), al mismo tiempo que se potencia un sistema general «agregado» de investigación en los mismos centros (universidades y centros de investigación) que colaboran en los proyectos estratégicos. Este modelo puede lograr una mayor integración entre el sistema general de investigación y las demandas del sistema productivo.

El modelo tecnológico de los EE UU, impulsado por los grandes proyectos tecnológicos dirigidos a temas espaciales, de defensa o relacionados con la salud, ha logrado un alto nivel de participación de empresas, universidades y centros tecnológicos y de investigación, al mismo tiempo que mantiene un sistema agregado de investigación al máximo nivel internacional. Los dos sistemas de financiación conviven, se complementan y están fuertemente interrelacionados. El volumen de inversión inyectada a lo largo de los años en el sistema norteamericano tiene mucho que ver en el logro de un alto grado de integración.

En los modelos 2 y 3 el mayor problema es la articulación entre los centros de investigación y las demandas tecnológicas, que tienden a funcionar

con dinámicas totalmente distintas y que por tanto tienen dificultades para colaborar. En el modelo n.º 1 el problema está en el escaso desarrollo de la investigación general, lo que puede constituir un problema de futuro o puede suplirse mediante el uso de la investigación pública desarrollada por otros sistemas. El modelo n.º 4 es el que aparece hoy desde mi punto de vista con mayor capacidad de integración eficaz de los sistemas de ciencia y tecnología.

4.5. UN MODELO TENDENCIAL

Un modelo tecnológico tendencial, resultado de introducir en los modelos existentes las actuales opciones (tendencias deseadas), se situaría en un punto intermedio entre los modelos tecnológicos definidos, y podría tener las siguientes características en los valores de los índicadores tomados en este trabajo como significativos:

Financiación:

— Financiación total de la I+DT creciente acercándose al 3% del PIB.

— Financiación total de la I+DT (GERD): pública entre el 35 y el 40%, de la empresa entre el 60 y el 65%.

— Financiación de la I+DT empresarial (BERD), la empresa en torno al 80%, fondos públicos en torno al 20%.

Gasto:

— Gasto total (GERD): empresa en torno al 65%, estado 10-15%, enseñanza superior en torno al 20%, IPSFL en trono al 3%.

— Gasto estatal (GOVERD): empresa en torno al 30%, estado en torno al 30%, enseñanza superior 35-40%, otros en torno al 3%.

Dirigida-agregada en fondos presupuestarios:

— Dirigida entre 65- 70%, agregada entre 35- 30%.

El carácter tendencial de este modelo se demuestra comprobando que las opciones y tendencias de los distintos sistemas, señaladas en el apartado 2 de este trabajo convergen hacia un modelo de estas características.

En este modelo no son contradictorias las tendencias detectadas en EEUU de aumento de la financiación de la investigación básica y en la UE de aumento de los programas tecnológicos desarrollados por la empresa, pues ambas tendencias aparentemente contradictorias convergen hacia el modelo tendencial, tratando de disminuir los déficits de cada uno de los sistemas, el de fondos *agregados* en el caso de EE UU, y el de fondos *dirigidos* en la UE.

4.6. EL MODELO ELEGIDO POR LA UE. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS PUNTA Y DE LOS PROYECTOS INTEGRADOS

La posición de la UE respecto al modelo a desarrollar en I+DT, ha ido cambiando de forma importante a lo largo de los años.

El Tratado de Roma de 1957, punto de partida de la CEE, sustenta el crecimiento industrial europeo en la dimensión y poder adquisitivo de un mercado amplio y en la eliminación de las barreras arancelarias, es decir en la competencia en un mercado abierto. Por ello no solamente ignora la política tecnológica e industrial, que no viene enumerada en la lista de las políticas a desarrollar por la Comunidad, sino que de alguna manera trata de erradicarla, al menos en las concepciones de política industrial al uso en aquellos años.

La desaparición de barreras, la garantía de la competencia y la eliminación de las ayudas a las empresas, informan los textos del Tratado, que tiene un capítulo dedicado a Normas sobre la Competencia (Art. 85 al 94), y en particular el Art. 92 que pretende restringir al máximo las ayudas a la industria que pueden otorgar cada uno de los Estados miembros.

Solamente se permiten las ayudas destinadas a regiones con bajo nivel de vida (que darán origen a los muy importantes Fondos Estructurales), las dedicadas a la realización de un proyecto de interés común europeo, las sociales y las destinadas a paliar catástrofes naturales.

Programas de IDT y de protección del Medio.

En los años 80 comienzan a realizarse políticas tecnológicas relacionadas indirectamente con la industria, que suponen una evolución de los planteamientos de fondo respecto de la política industrial. Los programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) y los de protección medioambiental, son los primeros ejemplos de esta evolución.

Los programas de IDT surgen, a comienzo de los 80, como una necesidad de conectar la investigación con las demandas tecnológicas del sistema productivo, y a lo largo de los años evolucionan, desde una posición de solo dar financiación pública a lo que es estrictamente investigación, hacia una financiación pública del desarrollo tecnológico, de la demostración y de la difusión de tecnologías, y en los últimos años también de algo mucho más amplio como es lo que llamamos innovación.

En 1984 para financiar la I+D se lanza el primer Programa Marco 1984-87de la UE con una financiación de 3.750 M. ecus, su utilidad y acierto lo confirma la continuidad en el 2.º (1987-91), 3.º (1990-94), 4.º (1994-98) y 5.º en preparación, y el aumento de los recursos asignados hasta los 12.000 Mecus del 4.º Programa.

Los Programas de protección medioambiental, surgen de la necesidad de proteger la naturaleza de los impactos negativos de la producción, y de las difi-

cultades para financiar costes adicionales para la industria, en función de los intereses generales de preservación del medio. El objetivo de alcanzar un crecimiento sostenible, el desarrollo de las tecnologías medioambientales y el consiguiente endurecimiento de las normas, han de ser apoyados por fondos públicos si se pretende que salgan adelante y buena parte de estas actuaciones están relacionadas con la industria.

Reformas del Tratado. El Acta Única. El Tratado de la Unión Europea (Maastricht 1992).

La importancia de las actuaciones en I+DT y en mejora del Medio, llevan a su inclusión en 1986, como políticas a realizar por la Comunidad en el Acta Unica, que reforma el Tratado de Roma. En efecto aparecen dos nuevos títulos, uno dedicado al apoyo a la I+D mediante el desarrollo de Programas Marco (Art. 130 F a 130 Q) y el otro a la mejora del Medio Ambiente (Art. 130 R a 130 T).

Pero es en el Tratado de la Unión de 1992, en el que la reforma en favor de una política tecnológica e industrial se explícita de modo contundente. En el Artículo 3 del mismo, en el que se enumeran las acciones a realizar por la UE para alcanzar sus objetivos, aparecen referencias directa o indirectamente relacionadas con las acciones de política científica y tecnológica, que no estaban ni en el espíritu ni en la letra del Tratado de Roma.

Pasan así a ser objetivos de la nueva Unión Europea (UE) el «fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico» (apart. m), «una política en el ámbito del medio ambiente» (apart. k), «el fortalecimiento de la competitividad de la industria de la Comunidad» (apart. l) y «una política en el ámbito de la cooperación al desarrollo» (apart. q).

La filosofía en que se basan todos estos cambios en el texto del Tratado, la desarrolla el *Libro blanco* sobre Crecimiento, Competitividad y Empleo (CEE) de 1993. Según el mismo, la competitividad de la industria europea se ha de basar en la calidad y la innovación, pero el desarrollo de estas se apoya en la promoción de un desarrollo sostenible, en la economía de lo inmaterial (basada en la creación, circulación y explotación de los conocimientos) y en la cooperación. Por lo que se hace necesario desarrollar políticas que incentiven el desarrollo sostenible, la inversión inmaterial o en intangibles y la cooperación a todos los niveles: entre empresas, de estas con organismos de investigación y en el ámbito internacional.

Para determinar cómo va a llevar adelante estos objetivos la UE, se promueve en su seno un amplio debate que se plasma en el llamado «libro verde sobre la innovación» (U.E.), en el que encontramos algunas de las claves del cambio estratégico de orientación. Al analizar la capacidad innovadora respecto de sus más directos competidores, EE UU y Japón, la UE se encuentra con algunas debilidades, que tienen mucho que ver con el modelo tecnológico adoptado en la letra de los tratados (muy similar al modelo 2 que hemos denominado de «prioridad investigación científica»).

La insuficiencia del gasto en I+DT, la dispersión de los esfuerzos en investigación, la ausencia de grandes programas incentivadores, la escasa relación entre investigación y empresa, la baja movilidad de los investigadores, la escasez de capital riesgo y la rigidez de algunas estructuras estatales de gestión, son los más significados de los defectos detectados.

Para superarlos las propuestas se dirigen en el sentido de un mayor acercamiento y cooperación entre investigación y empresa, orientación de los apoyos hacia la innovación, la creación de instrumentos de interface, el establecimiento de nuevos programas a nivel europeo denominados grupos operativos («el coche del mañana», «trenes y sistemas ferroviarios del futuro», «el avión del futuro»…), la potenciación conjunta de los ya existentes (ESA agencia europea del espacio, proyecto AIRBUS, avión de combate europeo Eurofighter), la potenciación de la cooperación internacional y la eliminación de rigideces en la gestión del apoyo público a la I+DT.

El planteamiento de fondo que late en el análisis y en las reformas emprendidas, parte de una constatación de una cierta desventaja en desarrollo tecnológico respecto de los competidores (EE UU, Japón), cuyos sistemas de ciencia y tecnología (modelos 1 y 4) parecen más eficientes al menos desde el punto de vista tecnológico. Las reformas planteadas suponen un acercamiento a dichos modelos y particularmente al 4, que es el que presenta un mayor grado de integración y de cooperación.

Las propuestas desde el punto vista del modelo, y teniendo en cuenta la diversidad de situaciones de cada uno de los pises miembros, habrán de orientarse a producir un acercamiento al modelo 4, en el que juegan un papel importante los grandes proyectos de contenido tecnológico (NASA, Defensa, Energía, NIH), y en el que la integración entre empresa e investigación es mayor.

Las orientaciones de futuro para el conjunto de la UE que inciden en su orientación con las plasmadas en las propuestas del V Programa Marco:

— Aumento de los fondos para financiar la I+DT en porcentaje de PIB.

— Mayor cooperación empresa-CPI-Universidades, lo que supone un aumento del gasto público realizado en las empresas y una disminución del gasto ejecutado directamente por la administración.

— Crecimiento del gasto en programas, frente al destinado a promoción general del conocimiento.

— Desarrollo de grandes programas con alto contenido tecnológico, en los que participen los países de la Unión (medioambiente, espacial, aviónica civil y militar, electrónica, energía, defensa).

— Creación de redes de apoyo a la innovación.

Comparación con el «modelo tendencial».

Vamos a enumerar las opciones que la UE habría de tomar para acercarse desde la situación actual a la que hemos llamado «modelo tendencial». A

continuación compararemos dichas opciones con las orientaciones de futuro que acabamos de enumerar para comprobar el carácter tendencial del modelo (al menos para la UE).

Tendencias:

— Financiación:

— Crecimiento de la financiación en porcentaje del PIB (cuadro 1).

— Aumento de la financiación de la IDT (GERD) por las empresas (cuadro 4).

— Aumento de la financiación del estado a la IDT empresarial (BERD) (cuadro 5).

— Gasto.

— Aumento de la participación en el gasto total (GERD) de las empresas y correspondiente disminución de la ejecución directa del estado (cuadro 2).

— Aumento en la ejecución del gasto estatal (GOVERD) por parte de las empresas y disminución por parte del estado y de la enseñanza superior (cuadro 3).

— Aumento de la programación en el gasto presupuestario y disminución de los fondos no orientados (cuadro 6). Investigación más dirigida que en la actualidad.

Si comparamos estas opciones con las de la UE que hemos analizado, observamos el alto grado de coincidencia existente entre las opciones definidas por la convergencia al modelo tendencial, con los componentes más significativos de la actual política de innovación de la UE, lo que supone una cierta validación del modelo planteado.

Índice de cuadros

CUADRO 1	1. Gasto en I+DT en % PIB (GERD)
	2. Gasto en I+DT de las empresas en % PIB (BERD)
	3. Gasto en I+DT de la Enseñanza Superior en % PIB (HERD)
CUADRO 2	Reparto del gasto total en I+DT (GERD)
CUADRO 3	Reparto del gasto estatal en I+DT (GOVERD)
CUADRO 4	Financiación de I+DT por fuentes (GERD)
CUADRO 5	Financiación de I+DT de las empresas por fuentes (BERD)
CUADRO 6	Fondos presupuestarios de I+DT no orientados por programas
	1. Gasto civil % sobre gasto presupuestario total en I+DT
	2. Gasto no orientado en % sobre gasto presuuestario civil en I+DT
	3. Gasto no orientado en % sobre gasto presupuestario total en I+DT

CUADRO 1

1. Gasto en I+DT (GERD) en % PIB

	1985	1990	1992	1994	1995	1996
EE UU	2.9	2.8	2.74	2.52	2.61	2.62
JAPÓN*	2.6	2.85	2.76	2.63	2.77	2.83
UE	1.9	2	1.92	1.87	1.84	1.84
ALEMANIA	2.7	2.8	2.48	2.32	2.3	2.28
FRANCIA	2.3	2.4	2.42	2.38	2.34	2.32
RU	2.2	2.2	2.13	2.11	2.02	1.94
ITALIA	1.1	1.3	1.2	1.06	1.01	1.03
ESPAÑA	0.6	0.9	0.91	0.84	0.84	0.87
OCDE	2.3	2.4	2.23	2.12	2.16	2.18

* Corregidos

2. Gasto en I+DT de las empresas (BERD) en % PIB

	1992	1994	1995	1996	1997
EE UU	1.98	1.78	1.88	1.92	1.96
JAPÓN	2.03	1.87	1.94	2.01	
UE	1.21	1.16	1.14	1.15	
ALEMANIA	1.7	1.54	1.53	1.51	1.52
FRANCIA	1.51	1.47	1.43	1.43	
RU	1.42	1.38	1.32	1.26	
ITALIA	0.67	0.56	0.54	0.56	0.58
ESPAÑA	0.46	0.39	0.41	0.42	
OCDE	1.52	1.42	1.46	1.49	