

## EVOLUCIÓN DEL SISTEMA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIA EN EL MUNDO Y EN LA UE

J.F. SÁENZ LORENZO  
Universidad de Zaragoza

### RESUMEN

*El objeto del presente trabajo es analizar la evolución de la política de Ciencia, Tecnología e Industria (CTI), en Europa a lo largo del siglo XX, pero en particular la de la Unión Europea (UE), desde su fundación a la actualidad, haciendo hincapié en la evolución de las opciones estratégicas adoptadas a lo largo del tiempo desde dos enfoques distintos: el de la política científica y el de la política industrial que cada vez se encuentran más relacionados y cuyo punto de encuentro es la tecnología.*

*El trabajo consta de dos partes, en la primera parte trato de analizar la evolución de los sistemas de Ciencia y Tecnología en Europa y en el mundo, prestando especial atención a los aspectos institucionales y al papel que juega el sector público en la financiación e impulso a estas políticas, me interesa destacar el contraste entre el desarrollo en Europa y en los EEUU.*

### ABSTRACT

*The object of the present work is to analyze the Science, Technology and Industry (STI) policy evolution along the 20th century, in particular that of the European Union (UE), from its foundation to the present day, centering us especially in the evolution of the strategic options adopted from two different focuses: that of the scientific policy and that of the industrial policy, whose encounter point is technology.*

*The work consists of two parts, the first one analyzing the evolution of the system of Science and Technology in Europe and in the world, paying special attention to institutional aspects and the role of the public sector in the financing and impulse to these policies, and highlighting the contrast between the development in Europe and in the USA.*

*En la segunda parte se analiza la evolución de la política tecnológica e industrial en la UE desde el Tratado de Roma de 1957 al Tratado de la Unión de 1992. El análisis de dicha evolución pondrá de manifiesto el profundo cambio que se ha producido en la filosofía europea, que ha pasado de una política tecnológica e industrial exclusivamente consistente en la defensa de la competencia, y en la ausencia de intervención de los países miembros, al desarrollo, a partir de los 80 de una política industrial basada en la creación de un entorno favorable a la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) y en el apoyo público a la innovación en la empresa.*

*The second part analyzes the technological and industrial policy evolution in the UE from the Treatise of Rome (1957) to the Treatise of the Union of 1992. The analysis of this evolution will show the deep change that has taken place in the European philosophy that has passed of a technological and industrial policy exclusively based in the defense of the competition, and in the absence of intervention of the countries members, to the development, starting from the 80's, of an industrial policy based on the creation from a favorable environment to the Investigation and Technological Development (IDT) and in the public support to the innovation in the company.*

Palabras clave: Ciencia y Sociedad, Política científica, Siglo XX, Unión Europea.

## **Introducción**

El objeto del presente trabajo es analizar la evolución de la política de Ciencia, Tecnología e Industria (CTI), en Europa a lo largo del siglo XX, pero en particular la de la Unión Europea (UE), desde su fundación a la actualidad, haciendo hincapié en la evolución de las opciones estratégicas adoptadas a lo largo del tiempo desde dos enfoques distintos: el de la política científica y el de la política industrial que cada vez se encuentran más relacionados y cuyo punto de encuentro es la tecnología.

El trabajo consta de dos partes, en la primera parte trato de analizar la evolución de los sistemas de Ciencia y Tecnología en Europa y en el mundo, prestando especial atención a los aspectos institucionales y al papel que juega el sector público en la financiación e impulso a estas políticas. Es evidente que se produce un cierto paralelismo en el desarrollo institucional de los sistemas de CTI, pero me interesa destacar el contraste entre el desarrollo en Europa y en los EE.UU., por la diferencia en los impulsos políticos y las

consecuencias que ello conlleva en la estructura actual de cada sistema. Analizo asimismo el papel de los enfrentamientos bélicos y de los objetivos políticos en el la financiación de la Ciencia y la Tecnología, así como los dos modelos *agregado* y *dirigido* que se conforman para el desarrollo científico en el mundo.

En la segunda parte se analiza la evolución de la política tecnológica e industrial en la UE desde el Tratado de Roma de 1957 al Tratado de la Unión de 1992. El análisis de dicha evolución pondrá de manifiesto el profundo cambio que se ha producido en la filosofía europea, que ha pasado de una política tecnológica e industrial exclusivamente consistente en la defensa de la competencia, y en la ausencia de intervención de los países miembros, lo que se refleja claramente en el texto del Tratado de Roma constitutivo de la CEE, al desarrollo, a partir de los 80 de una política industrial basada en la creación de un entorno favorable a la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) y en el apoyo público a la innovación en la empresa, filosofía que se incorpora al texto del Tratado de la Unión Europea de 1992 y que se viene llenando de contenido en los últimos años.

El apoyo a la competitividad de la industria tiene como elemento constitutivo la apuesta por la IDT y por la innovación, y la creación desde el sector público de las condiciones mas favorables a su desarrollo, la más significativa la articulación de un Sistema de Ciencia y Tecnología que permita una adecuada comunicación entre las capacidades investigadoras de un país y las demandas tecnológicas de la empresa. Lo que lleva consigo asimismo un cambio de orientación en el sistema de Ciencia y Tecnología europeo.

## **1ª PARTE: Sistemas de Ciencia y Tecnología**

### **El Sistema CTI antes del siglo XX**

Es a lo largo del siglo XX cuando se establece una relación estrecha y sistemática entre Ciencia, Tecnología e Industria, hasta entonces la relación había sido esporádica y dispersa. Los *inventos* no siempre los realizan los científicos, sino que muchas veces son los artesanos y maestros de oficio quienes lo hacen, la tecnología se desarrolla muy en contacto con las empresas mercantiles y con los intercambios comerciales.

Un factor importante en el desarrollo tecnológico lo constituye el sistema de patentes, que se introduce por primera vez en Venecia en el año 1474, desde

allí se extiende por los estados italianos y otros países europeos, principalmente de la mano del gremio de vidrieros. En 1552 se implanta en Inglaterra como estímulo legal y económico a la invención, la monarquía hace un uso abusivo y recaudatorio del sistema al dar excesivas concesiones en régimen de exclusividad y de monopolio, lo que provocará la aprobación de la primera ley de patentes inglesa en 1624 para acabar con los abusos [DERRY & WILLIAMS, tomo I, pp. 58].

El sistema se implanta en Escocia en 1707 y en 1790 se aprueba la primera ley en los EE.UU., que abrirá una oficina de patentes en 1836. En Francia la propiedad industrial se considera uno de los derechos a consolidar por la revolución, por lo que se aprueban las primeras leyes en 1791, mientras en Alemania los derechos de patente no se consolidan hasta 1872.

En Inglaterra, país que protagoniza la primera revolución industrial, se desarrolla la tecnología en torno a las empresas y mediante sociedades de *apoyo a la investigación de fenómenos naturales por la observación y la experimentación* [SANCHEZ RON, 1992] tales como: la Royal Society, creada en 1660, Royal Society of Arts (1754), Royal Institution (1799), Institución de ingenieros civiles (1818), British Association for the Avancement de Science (1831) o Royal College of Chemical en 1845. También se crean centros como el observatorio de Greenwich (1675) y se editan revistas como Annals of Electricity (1825). Sin embargo tarda más que otros países en incorporar la investigación y las enseñanzas técnicas a la universidad, hay que esperar hasta 1875, para que la Universidad de Cambridge cree una cátedra de Mecanismos y Mecánica Aplicada y hasta 1907 para que la Universidad de Oxford incorpore la ingeniería.

Francia con una industrialización temprana, interrumpida en cierta medida por la revolución, asocia más el desarrollo tecnológico con el académico, y disfruta de una posición preeminente en Ciencia hasta 1850, en cierta medida es una adelantada de la institucionalización de la Ciencia. Crea en la segunda mitad del s.XVII la Academie des Sciences, y más tarde centros de estudios técnicos, como L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Ecol royale du Génie, o L'Ecole Polytecnic en 1.794. Publica el que se puede considerar primer tratado general sobre tecnología *Encyclopédie* (1751-1772), pone en funcionamiento centros como L'Observatoire, Museo de Historia Natural, l'Ecol Central des Arts et Manufactures, y crea sociedades de apoyo al desarrollo científico y técnico como la *Société d'Encouragement* en 1.827, Societé Chimique de París en 1857, Association Scientifique en 1864, Association Francaise pour l'avancement des Sciences en 1872, o la Societé Francaise de Phisique en 1873 [DERRY & WILLIAMS; SANCHEZ RON, 1992].

Alemania se incorpora al proceso más tarde ya entrado el s. XIX, pero asocia desde el principio los centros académicos con la tecnología al crear los centros de enseñanza tecnológica *Technische Hochschulen*, la Universidad Fridericiana de Karlsruhe (1825), el Instituto Liebig de Química (1825), la Universidad Técnica de Munich (1868) y el *Physikalisch Technische Reichsanstalt* (PTR) (1887) en Charlottenburg, laboratorio que compagina intereses científicos y tecnológicos y ofrece servicios a la industria (metrología); así como numerosos institutos de física, en algunas universidades se combina la enseñanza con la investigación (Gotinga desde 1810, Heidelberg desde 1850) Se desarrollan asimismo sociedades científicas como *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* de Leipzig en 1822, *Deutsche Chemische Gesellschaft* en 1867, o la *Verein Analytischer Chemiker*. Con todo ello la posición científico tecnológica de Alemania a finales de siglo XIX es muy ventajosa.

Los EE.UU. también se irán incorporando al desarrollo científico e industrial a lo largo del s.XIX, en el que se crean y desarrollan sociedades como la *American Chemical Society* (1876) o la *American Physical Society* (1899). Japón lo hará casi a final de siglo pero mostrando una muy rápida capacidad de adaptación a los nuevos sistemas productivos.

En cualquier caso a lo largo del siglo XIX se produce la asociación entre docencia e investigación, con el desarrollo de las universidades, que ya son los grandes centros de conocimiento e investigación a finales de siglo.

Las exposiciones universales juegan un papel de impulso y difusión de los avances tecnológicos, las más importantes se celebran en Londres en 1851 y en 1862, en París en 1867, 1878 y 1900, en Filadelfia en 1876 y en Chicago en 1893 (también en Barcelona en 1888), el desplazamiento geográfico de sus sedes nos orienta respecto de la evolución geográfica del desarrollo de los avances técnicos, que se desplaza desde Londres a París y hacia Norteamérica.

## **Siglo XX. 1ª Etapa Autonomía (hasta 1940)**

Las tecnologías de lo invisible y de lo infinitamente pequeño (la electricidad, la química, la física...), comienzan a dominar a finales del siglo XIX y comienzos del XX, lo que obliga a la creación de los primeros laboratorios de investigación industriales y públicos. La tecnología alcanza una fase de desarrollo en la que la principal vía de progreso pasa por la aplicación de la ciencia.

Se precisa de mayor nivel de conocimiento en el proceso industrial, por lo que se potencia la figura del *ingeniero*, también se precisa mayor formación del conjunto de los trabajadores, por lo que se difunden en Europa *los sistemas escolares obligatorios*.

A pesar de la resistencia de la universidad tradicional se abren paso centros de investigación y enseñanza tecnológica inicialmente en Alemania y EE.UU. y después en todos los países europeos.

En la primera mitad del siglo XX, el conocimiento, la ciencia y la técnica contribuyen significativamente al progreso de la humanidad. Se desarrollan de modo autónomo, son los científicos y sus instituciones colectivas quienes deciden las prioridades y las formas de actuar, el apoyo público no tiene carácter utilitario y en todo caso todavía no es muy cuantioso.

El desarrollo de tecnologías relacionadas con el armamento, hace que, en la primera guerra mundial, los primeros clientes del avance tecnológico empiecen a ser los Estados y la industria de la guerra, en particular en Inglaterra, EE.UU. y Alemania. La detección de submarinos y algunos problemas de suministro de productos químicos (como los tintes) en Inglaterra, determinan la creación de instituciones públicas para el fomento de la investigación.

La investigación se desarrolla:

- En Francia e Alemania al calor del nacionalismo y del patriotismo.
- En la URSS por el carácter progresista que se asigna a la tecnología.
- En EE.UU. por las ideas liberales del progreso científico.

## ***Europa***

Se empiezan a dar los primeros pasos de una progresiva institucionalización de la investigación científica y del desarrollo tecnológico [SANCHEZ RON, J.M., 1992], como consecuencia, en buena medida, de la necesidad de establecer una relación de colaboración entre los estados y la comunidad científica, en parte como consecuencia de la guerra.

En *Alemania* la relación entre la investigación y la industria se estableció ya a finales del siglo XIX, como hemos señalado, y prosigue a lo largo del siglo XX. La principal fuente de financiación de la investigación y de las universidades son los Lander, pero también aparecen instituciones estatales de apoyo a la investigación y de cooperación con la industria:

- De 1898-1920 funciona la Asociación de Gotinga para el desarrollo de las matemáticas y la física aplicadas, impulsada por Félix Klein, que crea y mantiene institutos de investigación.
- A finales del siglo XIX (1887) el Reich crea el *Physikalisch Technische Reichsanstalt* PTR, primer laboratorio que combina intereses científicos y tecnológicos, orientado al desarrollo de la física.
- En 1910 se crea el Instituto Kaiser Wilhelm (después Mark Plank) para el desarrollo de las ciencias, que prestó especial atención a la química.
- Tras la 1ª guerra crece el papel del estado central y de las industrias en la financiación de la investigación. En 1920 se crea el NGW *Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft*. Agencia estatal que orienta la investigación nacional, dispone de una Asociación de benefactores (el principal de ellos Siemens), pero que aporta una parte pequeña (solo el 10%) de los fondos.
- La Helmholtz Gesellschaft HG sociedad para el avance de la investigación en física técnica, creada en 1913, es eficaz a partir de 1920, y recibe el apoyo de los industriales del carbón, el hierro, el acero y la química en menor medida pues ya disponía de sus propios laboratorios.
- En química materia en la que Alemania ostenta una posición de liderazgo, ya venían funcionando asociaciones promovidas por la industria y orientadas al apoyo a la investigación tales como: *Justus Liebig Gesellschaft*, *Emil Fischer Gesellschaft* y *Adolf Baeyer Gesellschaft*.

En Inglaterra (RU) el proceso de institucionalización y de financiación pública de la investigación se intensifica con las demandas de la guerra, de modo que es el primer país en el que se crea un organismo público, el DSIR que coordina el apoyo a la investigación y orienta sus objetivos:

- En el año 1900 se crean el *Board of Education* para financiar la educación y las universidades y el Laboratorio Nacional de Física (NPL) de la mano de la *Royal Society*.
- En 1913 se crea, para coordinar la investigación sanitaria el *Medical Research Committee* dependiente del Board of Education, y que en 1920 pasará a ser el Consejo de Investigaciones Médicas.

- 1915 (1ª guerra). Se crea el *Board of Invention and Research* BIR, con participación en el comité de dirección de científicos y representantes del almirantazgo, que orienta la investigación hacia las necesidades de la Armada, en particular a la detección de submarinos (el sonar).
- 1916. Se crea el *Department of Scientific and Industrial Research* DSIR. Organismo público que organiza la investigación, la relaciona con la industria y canaliza fondos a través de los Councils, que con bastante autonomía otorgan ayudas a la investigación relacionada con la industria y mantienen sus propios laboratorios.
- El DSIR se convierte en el primer organismo coordinador de la investigación, que se extiende a casi todas las ramas (con excepción de la medicina, la agricultura y la pesca), por lo que en 1918 integra al National Physical Laboratory, procedente de la Royal Society, en 1919 al Geological Survey de Gran Bretaña procedente del *Board of Education* y en 1928 al *National Chemical Laboratory*, antes *Chemical Research Laboratory*.
- En 1917 se crean las Autonomous Research Associations, con financiación compartida entre el DSIR y los grupos industriales interesados, para promocionar la Ciencia en el ámbito empresarial, de modo que en 1922 funcionan ya 9 de estas asociaciones, 8 más están aprobadas y 12 en proceso de formación.
- En 1931 se crea el Consejo de Investigaciones Agrícolas.

De este modo se establece el primer modelo de coordinación y financiación del desarrollo científico por el Estado, de modo que de 1916 a 1964 el DSIR juega un papel clave en la financiación pública de la investigación tecnológica en el RU. En 1964 H. Wilson lo sustituirá por el Ministerio de Tecnología y el *Science Research Council* que realizan a partir de entonces las mismas funciones.

En *Francia y Holanda* se producen actuaciones similares:

- En Francia al declararse la guerra la Academia de Ciencias en representación de los investigadores científicos, se pone a disposición del gobierno y de sus demandas. En diciembre de 1915 se crea la *Direction des Inventions*. para apoyar con la tecnología al gobierno en guerra.

- Francia en 1939 crea el CNRS *en apoyo de la ciencia y al servicio de las necesidades de los hombres.*
- Holanda en 1932, crea el *Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast Natuur.*

### **EE.UU.**

En los EE.UU. se produce un proceso con características propias debido al carácter no estatal de las universidades y de la investigación y a la iniciativa de las empresas, pero con su entrada en la 1ª guerra, se crean organismos públicos de coordinación de la investigación, el más importante de ellos el National Research Council NRC.

- Entre 1890 y 1915 la Universidad americana tiene un gran desarrollo en Ciencias, de modo que logra situarse por delante de la alemana.
- Se crea en 1901 la Oficina Nacional de Normas (National Bureau of Standards).
- Empresas privadas crean laboratorios de investigación:
  - 1886. West Orange de Tomas Edison.
  - 1900. GE crea laboratorios para la industria eléctrica.
  - 1902. Du Pont y Standard Oil crean laboratorios de investigación química.
  - 1904. ATT crea un laboratorio de investigación en comunicaciones.
  - 1911. Se crean los Bell Telephon Laboratories.
  - 1925. Laboratorios Bell.
- Se crean Institutos independientes de investigación y Fundaciones, que se nutren de apoyos federales:
  - 1902. Rockefeller Institute for Medical Research (N. York) para medicina.
  - Carnegie Institution (Washington) para investigaciones en cualquier campo.
  - 1913. Mellon Institute de Pittsburg.
  - 1925. Battelle Memorial Institute, que posteriormente abre centros en Ginebra y Francfort.
  - 1925. Guggenheim Memorial Foundation Fellowship Program.

- 1915. Se crea la Naval Consulting Board NCB, de apoyo a la tecnología orientada a la defensa (Edison) con participación de la marina, posteriormente por analogía Se crea la NACA *National Advisory Committee for Aeronautics* que relaciona a científicos y expertos en aeronáutica con el gobierno.
- 1916. Se crea en el seno de la Academia de Ciencias (NAS), el *National Research Council* NRC, de apoyo a la investigación pura y aplicada con especial atención a la orientada a la seguridad. La financiación de sus proyectos es pública y privada al 50%, con fundaciones (Carnegie, Rockefeller, Engineering...). Tras la guerra la NRC se convierte en órgano canalizador de fondos para becas y ayudas a fundaciones privadas para investigación científica y por tanto en elemento canalizador de la política científica.
- 1920. La universidad trata de atraer a la diáspora de científicos europeos, buena parte de ellos judíos.
- 1937. Se publica el informe elaborado para Roosevelt titulado *Technological Trends and National Policy* primer trabajo que aborda las necesidades de la política científica de los tiempos modernos.

### **Japón**

En Japón también se crean centros públicos y privados de investigación, con predominio de la tecnología en laboratorios de las compañías industriales.

- 1917. Se crea el Riken Instituto de investigación en física y química.
- Las principales compañías crean laboratorios de investigación.

### **La internalización de la investigación científica**

Un cierto carácter internacionalista de la Ciencia se pone de manifiesto desde sus comienzos, tanto la *Royal Society* de Londres (1662), como la *Academie Royale des Sciences* de París (1666) o la *Societas Regia Scientiarum* de Berlín (1700), admiten la participación de extranjeros en sus actividades y establecen redes de comunicación de carácter internacional.

Pero es la necesidad de unificar los sistemas de medida lo que lleva a la celebración de las primeras conferencias internacionales, como la *Conference*

*Diplomatique du Mètre* de 1875 y a la constitución de las primeras instituciones, como el *Bureau International des Poids et Mesures* en Sèvres. Análogamente la necesidad de unificar las notaciones en Química origina la celebración de un Congreso de Química en Karlsruhe en 1860.

Los Institutos y Congresos internacionales de Física y Química Solvay cuyo origen se remonta a 1910, y cuyo objetivo es el profundizar el conocimiento de los fenómenos naturales, son quizá la expresión más característica de la cooperación internacional de la Ciencia. El Instituto de Física Solvay se crea en 1912 y el de Química en 1913.

En 1899 se crea la Asociación Internacional de Academias, que no sobrevivió a la guerra por los enfrentamientos que en la comunidad científica surgieron como consecuencia de la misma. Le sustituyó en 1918 el Consejo Internacional de Investigaciones CII; en el que no participaban las potencias de la Europa central (Austria y Alemania). La mayor parte de los congresos científicos internacionales de la época se celebran con esas ausencias.

En 1922 la recién constituida Sociedad de Naciones crea la Comisión Internacional de Cooperación Intelectual CICI, cuyo funcionamiento se vio dificultado por los enfrentamientos entre los científicos de ambos bandos.

En cualquier caso y a pesar de las dificultades, la idea de la necesidad de cooperación internacional en la investigación científica se asienta con fuerza en la primera mitad del siglo XX.

## **Siglo XX. 2ª etapa. Institucionalización**

### ***Modelos agregado y dirigido***

Tras la 2ª guerra mundial se establece una relación permanente entre el interés público y la I+DT y se produce lo que podemos denominar la institucionalización de la Ciencia, aunque se mantienen al menos dos modelos en los sistemas de Ciencia y Tecnología: el que podemos llamar agregado y el dirigido, el primero más orientado hacia la producción científica y el segundo hacia la tecnológica, lo que se ha denominado política para la ciencia (policies for science) y la ciencia para la política (science for policies).

Es en la segunda mitad del siglo cuando se pasa de apoyar el desarrollo autónomo de la Ciencia a establecer objetivos y prioridades por parte del Estado, por razones económicas o políticas (defensa, espacio). La política científica pasa a ser una forma institucionalizada que orienta la investigación al

logro de determinados objetivos económicos y sociales, lo que produce un gran debate en EE.UU. y en Europa particularmente en el seno de la OCDE.

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 [SANZ, L., 1997] 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 denominado 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.

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.

### **EE.UU.**

Tras la publicación para Roosevelt de los informes titulado *Technological Trends and National Policy* y *Science, the endless frontier* se producen una serie de iniciativas en los EE.UU., que sientan las bases, por encima de un desarrollo autónomo de la Ciencia que defenderán los creadores de la NSF, de un maridaje entre Ciencia y Estado, que culminará con el desarrollo de la bomba atómica, en estrecha conexión con el desenlace de la 2ª guerra mundial.

- 1940. Se crea el *National Defense Research Committee* NDRC compuesto por científicos, ingenieros y representantes del gobierno, el ejército y la marina, siguiendo el modelo de la NACA, citada en el anterior apartado.
- 1941. Se crea el *Office of Scientific Research and Development* OSRD que dispone de capacidad para asignar fondos presupuestarios a investigación y desarrollo. Parte de la NDRC pero incluye la investigación médica. Introduce una modalidad de contrato (non profit-non loss) en el que participan universidades y empresas y que es financiado con fondos públicos. El modelo utiliza las instituciones existentes y establece la colaboración entre empresas y centros de investigación.
- Los empresarios-científicos que dirigen la organización lideran el desarrollo de la Ciencia en la época.
- En la 2ª guerra mundial la Ciencia es usada como fuente directa de tecnología y el desenlace de la misma se asocia al avance tecnológico de los vencedores.
- El proyecto *Mannhatan* desarrolla la energía atómica con fines militares. La Ciencia se instala en el corazón de la política.
- Tras la guerra la Ciencia se institucionaliza financiada en gran medida con fondos públicos.
- En 1944 el presidente Roosevelt solicita un informe a V. Bush para coordinar la investigación científica en base a la experiencia acumulada, el informe se titula *La Ciencia sin fronteras Science, the endless frontier* en el que se sientan algunos principios:
  - El avance tecnológico depende del avance científico.
  - La ciencia y la tecnología son los determinantes del progreso social.
  - Es necesario el apoyo público a una ciencia gestionada por científicos, con libertad de investigación y autonomía para fijar los objetivos.
  - Es necesario el apoyo a la investigación básica.
  - Propone la creación de una Fundación Nacional para la Investigación que coordine la actividad gubernamental en investigación científica.

- 1945. Su contrapunto es el Informe del senador Kilgore del Comité de Asuntos Militares, respecto de la creación de la *National Science Foundation* en el que considera:
  - La investigación como bien público al servicio de la sociedad.
  - La existencia de responsabilidad política y la necesaria dependencia de los poderes públicos.
  - Con lo que propone un modelo dirigido. Todo ello retrasa la creación de la NSF y supedita su papel al de otros organismos.
- La primera explosión nuclear soviética de 1949 y la guerra de Corea de 1950 decantan el apoyo a la investigación orientada hacia la defensa y el lanzamiento del primer satélite espacial por la URSS (el Sputnik en 1957) hacia la tecnología espacial.
- Se crean los Centros de Investigación bajo Contrato Federal, relacionados con universidades, centros tecnológicos y empresas. (después Centros de Investigación y Desarrollo Financiados por Fondos Federales).
- 1946. Se crean la *ONR Office of Naval Research*, y la *Atomic Energy Commission: AEC*, en 1951 la *Army Research Office* y en 1952 la *Air Force Office of Scientific Research* para el desarrollo de investigación orientada a la defensa, organismos que ponen en marcha con rapidez abundantes contratos entre empresas y universidades, en particular con Berkeley para el desarrollo del sincrotron y del acelerador lineal de partículas.
- 1947. Se crea el *Brookhaven National Laboratory* BNL para desarrollo de la física nuclear y de altas energías, bajo contrato de la AEC.
- 1950. Se crea finalmente la *NSF National Science Foundation*, como una agencia de apoyo a la investigación básica y con autonomía científica, pero con un papel secundario en el sistema americano de CYT.
- 1958. Se crea la *NASA National Aeronautic and Space Administration* como nueva agencia gubernamental orientada a la investigación espacial y en clara conexión con la carrera por la conquista del espacio.

- A finales de los sesenta y principios de los setenta aparece la preocupación por los riesgos tecnológicos y el impacto sobre la naturaleza, por lo que se crea como órgano de asesoramiento parlamentario la OTA (Office of Technology Assessment).

Conjunto de actuaciones que suponen decantar el modelo de investigación americano al que hemos denominado *dirigido* y con fuerte protagonismo en la financiación de la investigación de los programas espaciales y de defensa, protagonistas de la guerra fría, frente al modelo *agregado* que representa la NSF que juega un papel subsidiario. Sin embargo no sale adelante la propuesta del senador H. Humphrey de crear un ministerio de ciencia que centralizase todas las actuaciones gubernamentales, seguramente por la fuerza adquirida por algunas de las instituciones de investigación existentes y la resistencia en EE.UU. a cualquier tipo de planificación o centralización estatal.

### **URSS**

La URSS, dada la importancia adquirida a lo largo del siglo XX por la investigación científica y tecnológica en el desenlace de los conflictos bélicos y la consideración del desarrollo científico como claramente progresista, da prioridad al avance técnico en sus objetivos políticos y se lanza a una política de apoyo a la tecnología, con especial atención a la defensa (armas nucleares) y a la investigación espacial (Sputnik), elementos que hemos señalado esenciales en el pugilato por la hegemonía mundial que se conoce como guerra fría.

Hitos importantes en esta actuación son:

- En 1932 en el Instituto Tecnológico de Leningrado dirigido por Ioffe se crea un grupo dedicado a investigación nuclear, que al año siguiente organiza la primera Conferencia Soviética de Física Nuclear, con participación de científicos de todo el mundo.
- El primer ciclotrón europeo comienza a funcionar en 1937 en el Instituto de Radio de Leningrado.
- 1949. Se produce la primera explosión nuclear soviética.
- 1957. Lanzamiento del primer satélite espacial Sputnik.

### **Japón**

En Japón el desarrollo de la física atómica durante la guerra dispone de pocos medios. La actuación más significativa desde el punto de vista de la

institucionalización de la Ciencia es la creación en 1953 en Tokyo del actual Instituto Yukawa de Física teórica.

### **OCDE**

Pero es la OCDE la principal protagonista de la polémica sobre política Científica que se realiza en la segunda mitad del siglo. Desde su creación en 1961 la OCDE dispone de un *Committee for Scientific Research* en el que se debaten los distintos criterios sobre política científica y se realizan los informes de mayor interés en este ámbito. Es la misma organización junto con la UNESCO y la OTAN, las que tienen las principales iniciativas en la cooperación internacional en investigación científica que adquiere una gran importancia particularmente en Europa.

- 1961. Informe Pigagniol: *La ciencia y las políticas gubernamentales* [OCDE, 1961] en el que se establecen algunos criterios:
  - La necesidad de una política científica nacional, con apoyo de base y prioridades, pero también de una política de apoyo a la Ciencia básica. Política para la ciencia y ciencia para la política.
  - Coordinación de las actividades científicas de cada país.
  - Importancia de la cooperación científica internacional.
  - Relación entre la ciencia y el crecimiento económico.
- Reuniones periódicas de los ministros responsables de política científica, la primera en París en 1963.
- Dos nuevos informes en 1963 *Cooperación científica internacional* de J.J. Salomon y *Ciencia crecimiento económico y política gubernamental* de Freeman, Poignant y Svennilson [OCDE, 1963].
- Polaridad: Agregación - Dirección. Agregación: respeto a la autonomía de los investigadores. Dirección: establecimiento de programas por objetivos.
- Informe Brooks titulado *Ciencia, crecimiento y sociedad* de 1971 [OCDE 1971] hace hincapié no solo en el crecimiento económico, como objetivo de la I+D, sino en objetivos sociales, protección del medio ambiente y cooperación para el desarrollo.

Mientras en EE.UU. y en la URSS la investigación es una cuestión de Estado, en Europa, quizás por la menor capacidad económica, el esfuerzo investigador se orienta hacia la cooperación científica internacional.

### **Investigación y política en Europa**

En Europa se adopta una situación intermedia, que supone un mayor grado de agregación y tiene como características básicas las siguientes:

- Respeto a la libertad de investigación.
- Apoyo a la investigación básica en la Universidad y en Centros de Investigación.
- Establecimiento de prioridades y programas, en particular de carácter tecnológico.
- Fomento de la cooperación internacional para el desarrollo de los proyectos más complejos. La Organización para la Cooperación Económica Europea (OEEC), asociada inicialmente a los fondos Marshall, crea en su seno un Comité para la Investigación Aplicada (CAR), que se ocupa de fomentar la cooperación científica europea.

Francia y Alemania se declaran partidarias de la máxima coordinación entre los instrumentos de fomento de la investigación y de la existencia de un presupuesto específico de investigación.

Se crean laboratorios gubernamentales de investigación como Harwell en el Reino Unido y Saclay y Marcoule en Francia.

### **Cooperación internacional**

La vía elegida por Europa de institucionalizar la cooperación internacional se pone de manifiesto en las numerosas iniciativas de cooperación que se ponen en marcha a partir de los años 50, en los que la OCDE, OEEC, OTAN y UNESCO juegan un papel importante.

- 1954. CERN (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear) con la participación de 14 países.

- 1957. El tratado EURATOM. Para desarrollo pacífico de la energía atómica con participación de 12 países.
- 1958. Programa científico de la OTAN. con participación de 16 países OTAN.
- 1960. CSTP/OCDE (Committe of Scientific and Technological Policy). con participación de 24 países OCDE.
- 1962. ESO (European Southem Observatory) con participación de 8 países.
- 1964. ESRO+ELDO. con participación de 13 países.
- 1967. ILL (Instituto Laue Langevin) con participación de 6 países.
- 1969. EMBO (European Molecular Biology Organization) con participación de 17 países.
- 1970. COST (Cooperation Europeenne Scientifique et Technique) con participación de 19 países CE+EFTA.
- 1974. ESF (European Science Foundation) con participación de 20 países y con 54 organizaciones.
- 1974. EMBL (European Molecular Biology Laboratory) con participación de 15 países.
- 1975. ESA (European Spacial Agency) con participación de 13 países.
- 1977. JET (Joint European Torus) con participación de 12 países.
- 1983. Programa Marco CE con participación de 12 países CE.
- 1985. EUREKA (European Research Coordiation Agency) con participación de 15 países.
- 1985. ISIS (Spalation Neutron Source) con participación de 6 países.
- 1988. ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) con participación de 12 países.
- 1990. EERO con participación de 11 países.

Todo ello supone que en Europa los sistemas de Ciencia y Tecnología son diferentes en cada país, con modelos en Francia y Reino Unido más próximos al americano (modelo dirigido), pero con países como Alemania, Holanda o Italia en los que, seguramente por circunstancias históricas, la investigación científica y tecnológica poco tiene que ver con la defensa, y en la que los grandes proyectos de investigación se abordan por el mecanismo de la cooperación internacional, en claro contraste con el modelo americano con un alto grado de dirección desde los presupuestos espaciales y de defensa.

De modo que se produce una cierta paradoja: en los foros internacionales de los años 60, la posición de EE.UU., sostenida por la NSF, es favorable al desarrollo de un modelo de investigación *agregado*, frente a posiciones planteadas por países como Francia o Alemania más favorables a aumentar la coordinación y por tanto a un modelo más *dirigido* [SANZ L. 1997], cuando la NSF había perdido en su país esa batalla ganada por la preeminencia presupuestaria de organismos sectoriales de investigación particularmente los dependientes de Defensa, y cuando es el sistema de cooperación europeo el que está más próximo al modelo *agregado*.

## 2ª PARTE. Política tecnológica e industrial en la UE

### La industria y la tecnología en el Tratado de Roma

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 renta (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.

La política industrial consiste fundamentalmente, sobre el papel, en la defensa de la competencia. Sin embargo buena parte de los esfuerzos de los países miembros y de la propia UE en política industrial, ha sido dedicada en los últimos años a la reestructuración de los sectores industriales en crisis: siderurgia, construcción naval, minería del carbón, textil...etc, que han precisado de planes de reconversión reiterados y con abundante financiación pública.

Las nuevas condiciones que introducen la globalización de los mercados y la internacionalización de la economía, junto con el deterioro de la posición comercial de la UE, lleva a un análisis de las causas de tal situación y a una revisión en profundidad de las actuaciones comunitarias relacionadas con la competitividad de la industria y con la política tecnológica.

### *Programas de IDT y de protección del Medio*

El desarrollo y la financiación pública de la investigación tecnológica a lo largo del siglo XX, ha tenido una estrecha relación con los espectaculares resultados en materia de defensa, la bomba atómica se asocia al fin de la 2ª guerra mundial, y a la capacidad investigadora y tecnológica de quienes la diseñaron. El papel jugado por la OSRD (Office of Scientific Research and Development) de los EE.UU. durante la guerra se considera fundamental para su conclusión. Como consecuencia de ello en EE.UU. tras un debate sobre el papel de la investigación básica y la creación de la National Science Foundation (NSF 1950), la capacidad económica de esta institución quedó por debajo de la de otras más vinculadas con la defensa cómo la US Atomic Energy Commission, la Office of Naval Research, o con la carrera espacial cómo la NASA. Instituciones con fondos para investigación que mediante los correspondientes contratos, orientan hacia los problemas tecnológicos e industriales la investigación de Universidades y centros tecnológicos americanos.

Tanto para los EE.UU. como para la URSS la investigación fue una cuestión de Estado durante los años de guerra fría, muy orientada a las áreas espacial y de defensa, en Japón, orientada hacia la política industrial también lo fue, mientras queda fuera del ámbito de actuación del Tratado de Roma, salvo en algunos aspectos de la investigación básica y en el de la energía nuclear para usos civiles (creación del CERN y Tratado Euratom). Es la OCDE la que toma la bandera de la cooperación internacional en la investigación civil en los años sesenta y comienzo de los setenta, mientras la CEE solamente apoya la investigación básica de forma colateral.

En los años 80 comienzan a realizarse políticas 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.

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías, se pone de manifiesto la necesidad económica de conectar la investigación con las demandas tecnológicas del sistema productivo, como elemento de competitividad del mismo, por lo que aparecen los primeros programas comunitarios de apoyo a la I+D, al principio tímidamente y financiando sólo investigación básica. Estos programas se afianzarán y crecerán con fuerza en los años siguientes para aumentar progresivamente la financiación pública, no solo a la investigación básica sino también al desarrollo tecnológico, a la demostración y a la difusión de tecnologías, y en los últimos años a algo mucho más amplio como es lo que entendemos por innovación en la empresa.

En 1984 para financiar la I+D se lanza el primer Programa Marco 1984-87 de la UE con una financiación de 3.750 Mecu, que pretende apoyar la investigación de las Universidades y Centros públicos de investigación en cooperación internacional y con la empresa industrial, en particular con la PYME. Su utilidad y acierto lo confirma la aprobación de sucesivos Programas Marco: el 2º (1987-91), el 3º (1990-94), el 4º (1994-98) y el 5º (1999-2003) con un importante aumento de los recursos asignados hasta los 15.000 millones de euros del V Programa.

Los Programas de protección medioambiental, también relacionados con la política tecnológica e industrial, surgen de la necesidad de proteger la naturaleza de los impactos negativos de la producción, y de las dificultades 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.

Esta evolución lleva consigo la inclusión de estas políticas en los tratados, en particular en el Acta Única, que reforma el Tratado de Roma en 1986, y más específicamente en el Tratado de la Unión de 1992.

## **Reforma del Tratado. El Tratado de la Unión Europea (Maastricht 1992)**

### ***El Acta Unica***

La importancia de las actuaciones comunitarias en IDT y en mejora del Medio, llevan a su inclusión en 1986 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, *Investigación y Desarrollo Tecnológico* (Art.130 F a 130 Q) y el otro dedicado a las políticas de mejora del Medio Ambiente, *Medio Ambiente* (Art. 130 R a 130 T).

### ***El Tratado de la Unión Europea (Maastricht 1992)***

Pero es en el Tratado de la Unión de 1992, en el que la reforma en favor de una política tecnológica e industrial se explicita 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 tecnológica e industrial, que no estaban ni en el espíritu ni en la letra del Tratado de Roma:

- Art. 3.— Para alcanzar los fines enunciados en el artículo 2, la acción de la Comunidad implicará:
  - k) Una política en el ámbito del medio ambiente.
  - l) *El fortalecimiento de la competitividad de la industria de la Comunidad.*
  - m) *Fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico.*
  - n) Fomento de la creación y desarrollo de redes transeuropeas.
  - p) Contribución a una enseñanza y una formación de calidad,...
  - q) Una política en el ámbito de la cooperación al desarrollo.
  - t) Medidas en el ámbito de la energía...

Junto a la política de medio ambiente y la de apoyo a la IDT, aparece la formación de recursos humanos, la creación de redes y explícitamente la del apoyo a la competitividad de la industria, en abierta contradicción con la filosofía que sobre política industrial se había sostenido hasta el momento: competencia y no intervención de los poderes públicos.

Más aún el Tratado además de los títulos XV (IDT) y XVI (Medio ambiente) antes citados, incorpora un nuevo *título XIII Industria*, con un único

artículo el 130 en el que incorpora, en su apartado 1, como actividades propias de la UE las encaminadas a:

- Acelerar la adaptación de la industria a los cambios estructurales.
- Fomentar un entorno favorable a la iniciativa y al desarrollo de las empresas en la Comunidad, y, en particular, a las pequeñas y medianas empresas.
- Fomentar un entorno favorable a la cooperación entre empresas.
- Favorecer un mejor aprovechamiento del potencial industrial de las políticas de innovación, de investigación y de desarrollo tecnológico.

Todo ello dentro de un sistema de mercados abiertos y competitivos y sin falsear la competencia.

### ***Un entorno favorable para la industria***

La filosofía en que se basan todos estos cambios en el texto del Tratado, la desarrolla el Libro blanco sobre Crecimiento, Competitividad y Empleo [COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 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 (en intangibles) y la cooperación a todos los niveles: entre empresas, de estas con organismos de investigación y en el ámbito internacional.

En dicho documento se establece asimismo, en coherencia con la reforma del Tratado, la responsabilidad de las autoridades públicas de ofrecer a la industria un *entorno favorable* para el desarrollo de la calidad y la innovación. Las actuaciones públicas para conseguir ese *entorno* son lo que en sentido amplio podríamos llamar *las nuevas componentes de la política tecnológica e industrial*, pues son las acciones políticas que tienen como objetivo un mayor crecimiento de la competitividad y el empleo en la industria.

Dicha política de *entorno favorable* estará constituida por actuaciones sobre:

- Las infraestructuras de transportes y comunicaciones.
- Un sistema educativo que responda a las necesidades de la producción.
- Un sistema de Ciencia y Tecnología que permita conectar la inteligencia investigadora con el desarrollo tecnológico, la demostración y la innovación en las empresas.
- La financiación de la I+D y de la innovación.
- Apoyo a la propiedad industrial (patentes, marcas, franquicias...)
- Apoyo a la difusión de la innovación mediante la creación de redes de información y apoyo tecnológico en especial para las PYMES.
- Apoyo a los proyectos de cooperación.
- Política fiscal que incentive la inversión inmaterial, en innovación y formación.
- El capital riesgo.

El papel de los poderes públicos sería en este contexto, el favorecer la competitividad de las empresas facilitando su acceso a los medios que permiten la innovación y la mejora tecnológica.

De acuerdo con los objetivos señalados podemos enumerar algunas propuestas:

- Apoyo a la creación extensión de redes de transportes y de comunicaciones.
- Apoyo a la formación y al reciclaje.
- Aumento de la inversión en IDT.
- Planes de IDT y demostración.
- Creación de redes tecnológicas de información y difusión.
- Planes de protección medioambiental. Apoyo a las tecnologías limpias.
- Apoyo a la cooperación entre empresas e internacional.
- Apoyo a las PYMES.
- Realización de proyectos integrados.

El desarrollo de estas propuestas se lleva a cabo, desde el punto de vista programático en varios documentos oficiales de la UE de los que yo destacaré: El Libro verde sobre la innovación [COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1996], la comunicación de la Comisión *Una política de Competitividad Industrial para la UE* [COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1994] y la comunicación que aprueba el programa de actuación consiguiente [COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 1995].

### *La innovación en la UE, obstáculos y prioridades*

Planteada la necesidad de ofrecer a las empresas un entorno favorable a la innovación, es preciso analizar los obstáculos más significativos que se oponen a ella en el seno de la UE, para intentar removerlos mediante la utilización de los instrumentos más adecuados para ello. En el debate que el libro verde promueve se ponen de manifiesto los obstáculos más significativos en las distintas áreas:

En la investigación:

- Insuficiencia del esfuerzo económico realizado en comparación con los EE.UU. y Japón (en porcentaje del PIB dedicada a IDT) [Cuadro 1].
- Dispersión de los esfuerzos investigadores (ausencia de prioridades).
- Escasa relación entre investigación y empresa (también en comparación con los EE.UU. y Japón).
- Baja movilidad de los investigadores.

<i>1.— GASTO EN I+DT (GERD) en % PIB. Triada</i>				
% PIB	1985	1990	1995	1996
EEUU	2,9	2,8	2,61	2,62
JAPÓN	2,6	2,85	2,77	2,83
UE	1,9	2	1,84	1,84

En recursos humanos:

- Sistemas de educación y formación poco adaptados a las demandas sociales, con enseñanzas técnicas devaluadas y ausencia de formación permanente y reciclaje.
- La tecnología no está suficientemente integrada en el aprendizaje.
- Baja movilidad y dificultades idiomáticas.

En financiación:

- Sistemas financieros que huyen del riesgo y de la innovación.
- Infracapitalización de las PYME.
- Fondos de pensiones menos capitalizados, para inversiones a largo plazo.
- Los límites de la financiación pública.
- Tratamiento fiscal poco favorable y muy diferenciado.
- Escaso apoyo fiscal a la inversión en intangibles.

Entorno jurídico y reglamentario:

- Infratilización de las normas de propiedad industrial. Patentes.
- Sistemas poco evolucionados de normalización, certificación y calidad.
- Trámites administrativos excesivos para la creación de empresas.
- Entramado jurídico poco adaptado a la cooperación intraeuropea.

### ***Objetivos***

Para remover estos obstáculos, el libro verde promueve 13 *prioridades y acciones* específicas cuyos objetivos fundamentales son los siguientes:

1. Orientar más la investigación hacia la innovación, promoviendo el acercamiento y la cooperación entre centros de investigación y las empresas.
2. Fortalecer los recursos humanos de cara a la innovación, reformando los sistemas educativos, potenciando el reciclaje y facilitando la movilidad.
3. Mejorar las condiciones de financiación de la innovación, con medidas fiscales que incentiven el capital-riesgo y la inversión inmateral.
4. Crear un entorno normativo favorable a la innovación, mediante el fomento de la propiedad industrial e intelectual, patentes, marcas, simplificación de las formalidades administrativas...etc.
5. Modificar el papel de las administraciones públicas, de modo que se fomente la información y la difusión de la innovación, en particular para las PYMES.

Por otra parte, para introducir elementos de coordinación y cooperación entre los países miembros y disminuir la dispersión, se promueve la creación de ocho *grupos operativos* (task forces), que permiten abordar proyectos de cierta envergadura y de interés para la Comunidad, tales como el coche del

mañana, la intermodalidad del transporte o las enfermedades víricas, grupos que hoy están en pleno desarrollo.

### **Los componentes de una nueva política tecnológica e industrial**

Todos estos documentos y debates, junto con las consideraciones jurídicas (reforma de los Tratados) a los que he hecho referencia, terminan por configurar, lo que podríamos denominar los componentes de una nueva política tecnológica e industrial en la UE, ahora sí, sancionada por los Tratados.

El punto de partida, para plantear la financiación pública de la innovación, está en las dificultades que la empresa encuentra para recuperar la inversión innovadora, en la actual sociedad de la información.

La inversión empresarial en la investigación y desarrollo de una tecnología, puede recuperarse, en algunos casos, mediante la protección por una patente u otros mecanismos de propiedad industrial, pero la innovación creada por una empresa, puede en muchos casos, ser fácilmente utilizada por la competencia con gran rapidez y sin incurrir en los costes de la innovación. Esta dificultad, junto con la importancia decisiva que adquiere la innovación, de cara a la competitividad de la empresa, justifica la financiación pública de aquellos costes innovadores de los que no se puede apropiar la empresa, y que redundan en beneficio de todo el entorno empresarial (Mansfield, Berstein, Nadiri) [BERSTEIN, J. & NADIRI, M., 1989].

En tales casos, cuando hay financiación pública, la información y la máxima difusión de la misma permitirá obtener los mejores rendimientos, para el conjunto de la sociedad.

Pero las razones para el cambio de posición de la UE, más allá de lo que acabo de exponer, están en los mecanismos de financiación pública, más eficientes y más cercanos al mercado, de sus principales competidores, particularmente de EE.UU., lo que les han situado en algunas posiciones de ventaja, en el terreno tecnológico respecto de la UE.

El sistema de Ciencia y Tecnología desarrollado en cada uno de los países europeos y por la propia UE, se basa en una cooperación demasiado alejada en la mayor parte de los casos de las demandas tecnológicas de las empresas, con pocos proyectos tecnológicos de envergadura en los que se vean involucrados

la investigación científica y las empresas, y con un alto contenido de investigación básica.

En los EE.UU. la cooperación entre los Centros Tecnológicos, la Universidad y la empresa, está fuertemente arraigada en el tiempo, como nos indica el desarrollo institucional analizado en la primera parte de este trabajo. Han sido los cuantiosos fondos para programas tecnológicos del Ministerio de Defensa, de los programas espaciales de la NASA o de la Guerra de las Galaxias, los que han financiado un sistema de Ciencia y Tecnología, en el que la investigación está muy próxima, a las necesidades tecnológicas de las empresas. Sin demasiada preocupación por la mayor o menor proximidad al mercado de la financiación pública.

Por otra parte los programas tecnológicos en EE.UU. forman parte de proyectos de gran envergadura, lo que les da una cierta coherencia frente a la dispersión, consecuencia de los numerosos centros de decisión, que se presenta como una de las dificultades a superar en la UE.

El modelo japonés, se ha basado en la planificación tecnológica y en él la cooperación entre las empresas y los poderes públicos se realiza por otros mecanismos más complejos y difíciles de exportar, que no voy a entrar a analizar. El resultado es que en investigación domina la investigación tecnológica y la participación de las empresas en ella es muy importante.

Por todo ello la UE pretende, disponer de proyectos de envergadura tecnológica, que introduzcan coherencia en el sistema, involucrar en ellos a las empresas e investigadores en cooperación, de modo que se produzca un acercamiento entre la investigación y las empresas.

Pretende disponer asimismo de un Sistema de Ciencia Tecnología e Industria, que permita acceder a la innovación, no solo a las grandes industrias con gran potencial de inversión tecnológica, sino también a la pequeña y mediana industria, que ha respondido con una gran flexibilidad a los retos de la competitividad y de la globalización de la economía.

Los elementos constitutivos de tal sistema que podemos denominar de política tecnológica e industrial, pues su objetivo es crear *un entorno favorable* a la innovación para ganar competitividad, se sitúan desde mi punto de vista a tres niveles. El primer nivel, que llamo de entorno mediato, el más alejado de lo estrictamente industrial, se refiere a políticas generales que inciden en la innovación y en la competitividad, cómo la de infraestructuras, educativa, fiscal o laboral. El entorno inmediato está constituido por las políticas de recursos humanos y de I+D, con especial atención a la creación de

la sociedad de la información y las comunicaciones, políticas que tienen una incidencia mucho más directa en la evolución del sector industrial, finalmente las acciones que se consideran propiamente industriales, que son programas directamente orientados a la industria:

Entorno mediato:

- Infraestructuras del transporte.
- Reforma de los Sistemas educativos.
- Sistema fiscal favorable a la innovación.
- Mecanismos de financiación de la IDT. Capital-riesgo.
- Disminución de las rigideces administrativas.
- Respeto al Medio ambiente.

Entorno inmediato, la I+D y la innovación:

- Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria. Con instrumentos articuladores de la relación investigación empresa.
- Formación, reciclaje y movilidad de los recursos humanos.
- Planes de IDT. Desarrollo de tecnologías limpias.
- Creación de la sociedad de la información y de las comunicaciones.
- Infraestructura informática y de comunicaciones. Redes de telecom.
- Liberalización de las telecomunicaciones.
- Cooperación interempresarial e internacional.

Acciones sobre la industria.

Horizontales:

- Programas de disminución del impacto ambiental de la industria.
- Programas de mejora de la eficiencia y de ahorro energético.
- Apoyo a la propiedad industrial en sus diversas formas.
- Redes de información y difusión de la innovación y de las tecnologías.
- Programas de calidad industrial, de normalización y homologación.
- Adaptación de los sectores industriales maduros.
- Programas dirigidos a las PYMES, respecto de cooperación, internacionalización, exportación, financiación, innovación, redes de apoyo... etc.

Sectoriales:

Programación de grandes proyectos industriales europeos de proyección tecnológica en particular en los sectores de defensa, aeronáutico y espacial

(ESA, Eurofighter, Airbus, creación de la Compañía Europea de Aeronáutica, Defensa y Espacio: EADS...).

Lo expuesto permite afirmar que se ha producido, específicamente en la UE, en los años 90, un cambio fundamental en la actitud que deben tener los poderes públicos respecto de la competitividad de la industria por tanto de lo que se entiende por una política tecnológica e industrial activa, que hoy, tiene relación con un amplio abanico de ámbitos del que hacer económico y social.

Asimismo, se produce un cambio de orientación en el modelo de Ciencia y Tecnología que pretende poner el acento cada vez más, en la necesidad de orientar la investigación hacia las demandas tecnológicas, y por tanto hacia un modelo más dirigido en consonancia con el de los países competidores.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERSTEIN, J. & NADIRI, M. (1989) "Research and development and intra-industry spillovers: an empirical application of dynamic duality" *Review of Economic Studies*, 56, 249-269.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1993) "Libro blanco para el crecimiento, la competitividad y el empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI". *Boletín de las Comunidades Europeas suplemento 6/93*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1996) "Libro verde sobre la innovación". *Boletín de las Comunidades Europeas suplemento 5/95*. Luxemburgo.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1994) "Una política de Competitividad Industrial para la UE". *Comunicación de la Comisión COM (94) 319*. Bruselas 14-09-1994.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1995) "Programa de actuación y calendario de aplicación" de las iniciativas anunciadas en la comunicación (4). *Comunicación de la Comisión COM (95) 87*. Bruselas 22-03-1995.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1994) *Education and Training for European Competitiveness: Adaptation to industrial change*. Informe IRDAC. 1994.
- LICHTENBERG, F. (1992) *R&D Investment and International Productivity Differences*. NBER Working paper nº 4161.
- LA FUENTE, A. & ORO, L. (1992) *El sistema español de Ciencia y tecnología en el marco internacional*. Madrid, Fundesco 1992.
- OCDE (1961) *Science and the policies of Government. The implications of Science and Technology for National and International Affairs* (Informe Pigagniol). París, OCDE.
- OCDE (1963) *Science, Economic Growth and Government Policy*. París, OCDE.

OCDE (1971) *Science Growth and Society. A New Perspective*. Brooks report. París, OCDE.

SANZ, L. (1997) *Estado, ciencia y tecnología en España 1939-1997*. Madrid, Alianza Universidad.

DERRY, T.K. & WILLIAMS, T.I. *Historia de la Tecnología*. Madrid, Siglo XXI Editores, 3 vols.

SANCHEZ RON, J.M. (1992) *El poder de la Ciencia*. Madrid, Alianza Editorial.