

4



# Cuadernos CDTI de Innovación Tecnológica

El Sistema de Innovación de Estados Unidos

Abril 2008



Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial







1. Introducción	3
2. Una aproximación al concepto de sistema nacional de innovación	5
3 La I+D en Estados Unidos	7
3.a. Inversión y empleo en I+D	7
3.b. Capital riesgo	10
3.c. Patentes y publicaciones científicas	12
4. Estados Unidos respecto a la Unión Europea y España	14
4.a. Crecimiento económico y productividad	14
4.b. Comparativa de indicadores de innovación	15
5. El sector empresarial	18
5.a. La I+D empresarial en Estados Unidos	18
5.b. La tecnología como ventaja competitiva para Estados Unidos	25
6. El sector público: organismos y programas	29
6.a. Las agencias federales	29
6.b. Los Centros de I+D con financiación federal (FFRDCs)	34
6.c. Programas públicos para el fomento de la innovación empresarial	36
6.d. Incentivos fiscales a la I+D (R&D tax credits)	39
7. Mecanismos de transferencia de tecnología	42
7.a. La Ley Bayh-Dole	44
7.b. Las Oficinas de Transferencia de Tecnología	45
7.c. Cooperative Research and Development Agreements (CRADA)	47
8. Conclusiones	50
9. Referencias	53



## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento del PIB en Estados Unidos se situó en 2007 en el 2,2% respecto al año anterior y las previsiones del Fondo Monetario Internacional (FMI) apuntan a que esta ratio alcance el 0,5% en 2008. La crisis de las hipotecas *subprime* y el freno del consumo interno están provocando una ralentización de la economía estadounidense, tendencia que ya se empieza a vislumbrar como el comienzo de una etapa de recesión. A la espera de conocer con exactitud las consecuencias que tendrá esta crisis en la evolución del empleo y la productividad, la situación hasta 2007 presentaba un escenario favorable en estos dos indicadores macroeconómicos.

Hasta 2007, el empleo no deja de aumentar al tiempo que los salarios se mantienen estables. La productividad también muestra una tendencia positiva, con un incremento del 0,8% en el segundo trimestre de 2007 con respecto al segundo trimestre de 2006. Algunos estudios estiman que la mitad del incremento de la productividad alcanzada en los últimos 50 años se debe a la incorporación de innovaciones tecnológicas (Comisión Europea, 2007).

Estados Unidos destina aproximadamente el 2,7% de su PIB a I+D, un porcentaje que se ha mantenido estable a lo largo de las dos últimas décadas. El protagonismo en este gasto corresponde a la empresa, que financió en 2006 el 65% del gasto, mientras que ejecutó un 70%. Desde la perspectiva de la naturaleza de la I+D, Estados Unidos se caracteriza por destinar una parte muy importante de su esfuerzo en I+D a la fase de desarrollo de productos (58% en 2006), en manos de las empresas principalmente, mientras que la investigación básica recibe el 19% de los fondos y se lleva a cabo, en gran medida, en las universidades.

Los sectores económicos que realizan un mayor esfuerzo en I+D son la industria automovilística, la industria química y farmacia, los fabricantes de equipamiento electrónico, la industria aeroespacial y los servicios informáticos y de I+D en general. En conjunto, estos seis sectores ejecutan el 80% de la I+D empresarial, lo que supone una media del 7% de sus ventas. La ratio de autofinanciación de la I+D es muy elevada excepto en la industria aeroespacial, muy ligada a los fondos federales. Con el impulso del capital riesgo, la creación de nuevas empresas está siendo especialmente dinámica en el área de biotecnología, ciencias de la salud y tecnologías de la información, aunque la menor disponibilidad de capital semilla refleja una mayor aversión al riesgo tras la crisis bursátil de 2001, provocada por el desplome en bolsa de las empresas relacionadas con Internet.

En los últimos años, el gasto público federal en I+D ha perdido peso relativo en el total del gasto nacional, pasando del 41% en 1990 al 28% en 2006 y concentrándose en las áreas de salud y defensa. Así, los Institutos Nacionales de Salud vieron duplicarse su presupuesto en el periodo comprendido entre 1998 y 2003, hasta recibir en 2007 el 26% del presupuesto total federal. En este mismo año, las previsiones apuntan que el Departamento de Defensa recibirá el 49% del presupuesto federal. Por su parte, la NASA y el Departamento de Energía reciben el mismo porcentaje del presupuesto total: un 7%.

En Estados Unidos no existe una organización centralizada de las políticas de I+D, sino que el presupuesto público de I+D se distribuye entre varios departamentos o agencias estatales, que pueden tener competencias. Algunos de estos departamentos se centran en áreas concretas, como el Departamento de Salud y Servicios Humanos (*Department of Health and Human Services, HHS*), mientras que otros cubren varios ámbitos científicos y tecnológicos, como la Fundación Nacional de

Ciencia (*National Science Foundation, NSF*). La mayor parte de los fondos públicos (un 94% en 2006) se concentra en cinco unidades: el DoD (Departamento de Defensa), el HHS, el DoE (Departamento de Energía), la NASA (Agencia Nacional de Aeronáutica y Espacio) y la NSF.

La dinámica de la innovación en Estados Unidos se basa en unas interrelaciones entre todos los agentes implicados, públicos y privados, de tal complejidad que superan incluso el concepto tradicional de “sistema nacional”. La mayor parte de la transferencia de tecnología en Estados Unidos tiene lugar entre empresas, a través de mecanismos formales, como la cesión de licencias o la contratación de servicios de I+D, estrategia que se ha incrementado sustancialmente en ámbitos como la industria farmacéutica. Por otro lado, la colaboración entre universidades y empresas se ha fortalecido en los últimos años, como consecuencia de las políticas aplicadas en las décadas de los 80s y los 90s, como la Ley Bayh-Dole o el programa ATP. Con el apoyo de las oficinas de transferencia de tecnología y desarrollo corporativo que han surgido en el ámbito universitario, se ha dinamizado la creación de empresas *spin-off*, al tiempo que la universidad ha despegado en las estadísticas de solicitud de patentes e ingresos por royalties. El tercer foco de transferencia se encuentra en las agencias federales y sus laboratorios, que transfieren tecnología al sector productivo a través de licencias o acuerdos de cooperación y cuentan para ello con los programas SBIR, STTR y los CRADA.

Además de la elevada competitividad de las empresas estadounidenses (que invierten grandes sumas en I+D para sostenerla), esta intensa interconexión entre el ámbito público y el privado es muy probablemente consecuencia del alto grado de descentralización de la estrategia nacional en I+D. Tradicionalmente se ha admitido este método descentralizado como una vía para alcanzar la excelencia, ya que favorece la competencia, no sólo entre las diversas agencias federales, sino también entre las universidades, receptoras de fondos públicos y privados. Sin embargo, los cambios en el entorno global, con la entrada de nuevos competidores, y el creciente déficit comercial estadounidense en productos de alta tecnología han provocado un debate sobre la conveniencia de coordinar esfuerzos en I+D para no perder el liderazgo tecnológico que Estados Unidos ha ostentado desde principios del s. XX.

El presente trabajo describe las principales características de la I+D en Estados Unidos. Con este objetivo, en el segundo apartado se introduce el concepto de sistema de innovación. En el apartado 3, se recogen los indicadores estadísticos más representativos, como esbozo y preámbulo del apartado siguiente, donde se compara la posición de Estados Unidos respecto a la Unión Europea y España. El apartado 5 se centra en el sector empresarial, resaltando el importante esfuerzo en I+D que realiza y analizando el principal reto al que se enfrenta: la situación de sus ventajas tecnológicas respecto a nuevos competidores, especialmente China. A continuación, el apartado 6 resume el entramado público de I+D desde dos enfoques: la infraestructura de I+D y las iniciativas públicas de apoyo a la innovación. El siguiente apartado se ocupa de los mecanismos de transferencia de tecnología que existen en Estados Unidos, haciendo mención especial al cambio que supuso la aprobación de la Ley Bayh-Dole. Finalmente, las conclusiones del trabajo, recogidas en el apartado 8, se centran en el debate interno surgido en torno a la innovación y las últimas iniciativas públicas aprobadas por el Gobierno. En el caso español, la subvención media por participación fue de 202 k€, un 14% inferior a la media europea, debido, principalmente, al menor coste de la mano de obra en nuestro país. Para las entidades líderes, la diferencia fue aún más patente (283 k€ frente a 457 k€ de media europea, es decir, un 38% inferior).

## 2. UNA APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

El concepto de sistema nacional de innovación surge a finales de los años 80 y se desarrolla a principios de la década de los 90 en los trabajos de autores como Lundvall (1992), Nelson (1993) y Edquist (1997). Frente al modelo tradicional neoclásico, que entiende la innovación como un proceso lineal y predeterminado, estos autores, representantes de la teoría evolutiva de la innovación, proponen un modelo en el que las interrelaciones entre los distintos actores involucrados determinan la dinámica del proceso de innovación.

Paralelamente, desde el ámbito institucional, el concepto de sistema se va adoptando como una aproximación más cercana a la realidad, que permite analizar y explicar el fenómeno de la innovación e incluso establecer comparaciones entre distintos países. Los trabajos promovidos por la OCDE dan un impulso definitivo al concepto de sistema, especialmente tras la publicación del Manual de Oslo (OCDE, 1997) y el documento *Technology and the Economy: The Key Relationships* (OCDE, 1992).

El sistema nacional de innovación (SIN) se refiere a aquellos sistemas constituidos por las organizaciones e instituciones de un país que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones. Esta definición da cabida a diferentes tipos de sistemas donde siempre aparecen una serie de elementos comunes, como son las instituciones y organizaciones que lo componen (empresas, universidades, organismos públicos, unidades de enlace); los procesos de aprendizaje que tienen lugar en y entre dichas organizaciones (aprendizaje por investigación, aprendizaje por explotación o aprendizaje por producción); los diferentes tipos de innovación generados (innovación de producto, innovación de proceso, innovación incremental o radical,...) y las funciones específicas de cada organización (Navarro, 2001).

La delimitación nacional del sistema ha sido uno de los temas más debatidos, dado que parece contradictorio establecer fronteras nacionales en un fenómeno crecientemente globalizado como es la generación y explotación de conocimiento. Sin embargo, los autores defensores de la cobertura nacional se han basado en estudios de casos concretos para demostrar que, incluso en países geográficamente cercanos, existen peculiaridades de índole nacional que marcan las diferencias entre los SIN de cada uno de ellos. Lundvall (1992) justifica estas diferencias a partir de la dimensión cultural-nacional, que comprende rasgos culturales, étnicos y lingüísticos y la dimensión política-estatal, personalizada en el contexto legal e institucional. Por su parte, Porter (1990) destaca el papel de la dimensión económica, afirmando que hay ciertas condiciones nacionales que influyen en las ventajas competitivas que las empresas pueden obtener en los mercados internacionales, como son factores productivos; estrategia, estructura y esquema de competencia nacional; demanda de calidad e innovación y existencia de sectores afines y auxiliares.

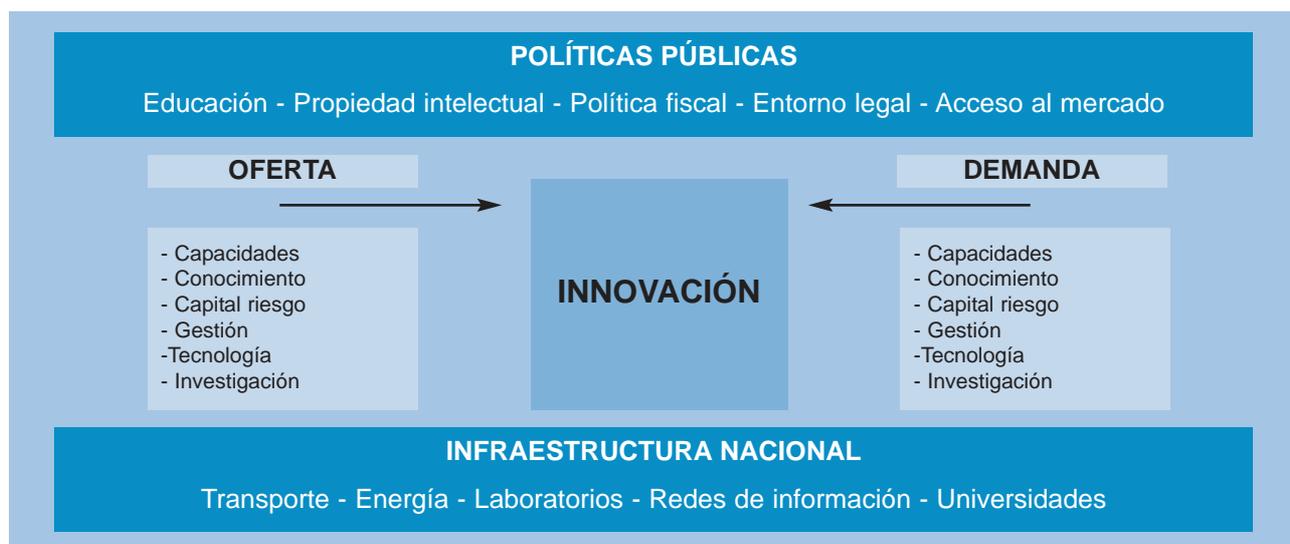
Si bien el concepto de SIN sigue siendo el eje de numerosos estudios, la realidad muestra que, en muchos casos, es difícil establecer patrones nacionales que definan las relaciones entre organizaciones del sistema y las funciones que desempeñan en el mismo. Esta aparente heterogeneidad en el interior del SIN ha impulsado una concepción más amplia, en la que ya no se identifican organizaciones y funciones, sino factores de demanda y de oferta. Al mismo tiempo, se incorpora la vertiente internacional de dichos factores, otorgando un papel primordial a la demanda exterior como fuente de información para detectar nuevas necesidades y dirigir la especialización sectorial de un país (García Torres, 2007).

En el caso concreto de Estados Unidos, la heterogeneidad interna del SIN es un hecho destacado por los expertos (Council on Competitiveness, 2004). La compleja interdependencia entre los distintos actores y el elevado protagonismo de la iniciativa privada en todos los ámbitos dificultan la definición de patrones comunes que relacionen organizaciones y funciones.

Un ejemplo de esta complejidad lo encontramos en las oficinas de transferencia de tecnología que operan en el ámbito de la universidad y de los laboratorios de investigación. Estas oficinas se están convirtiendo, en muchos casos, en verdaderas unidades de creación de empresas y promoción de negocios, ampliando su tradicional función de gestión de los resultados de la investigación. Otro ejemplo son los centros de I+D con financiación federal (FFRDCs), cuya gestión puede estar delegada tanto a universidades como a empresas o a instituciones sin ánimo de lucro.

El concepto más abierto de SIN identifica como factores de oferta a la investigación, las capacidades, las estrategias de gestión, el conocimiento y la disponibilidad de capital riesgo, mientras que los factores de demanda se definen como los resultados de la innovación valorados por la sociedad, tales como la calidad, la seguridad, la adaptabilidad y la eficiencia. Junto con estos factores, el entorno político y las infraestructuras se consideran también parte del sistema.

## SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN ABIERTO



Fuente: Council on Competitiveness (2004)

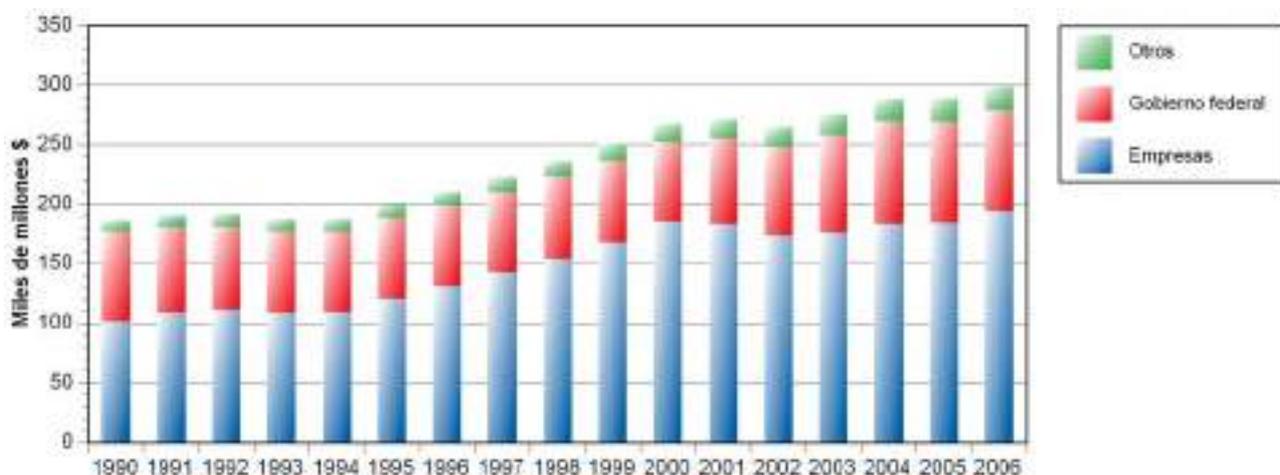
No obstante, con el fin de subrayar los rasgos comunes entre Estados Unidos y la Unión Europea, y más concretamente para el caso de España, el presente documento opta por una aproximación mixta entre el concepto tradicional de sistema nacional de innovación y la perspectiva más abierta. Así, por un lado se dedica un apartado específico a describir el papel de las empresas en el SIN, otorgando especial atención a cómo afecta este papel en su posición competitiva internacional. Por otro lado, el sector público se describe no sólo como un conjunto de organismos, sino también a partir sus actuaciones e iniciativas dentro del SIN. Por último, un apartado específico se centra en las relaciones de transferencia de tecnología, fomentadas por la Ley Bayh-Dole de 1980, y que son, sin duda, la pieza clave para comprender la dinámica de la innovación en Estados Unidos.

### 3. LA I+D EN ESTADOS UNIDOS

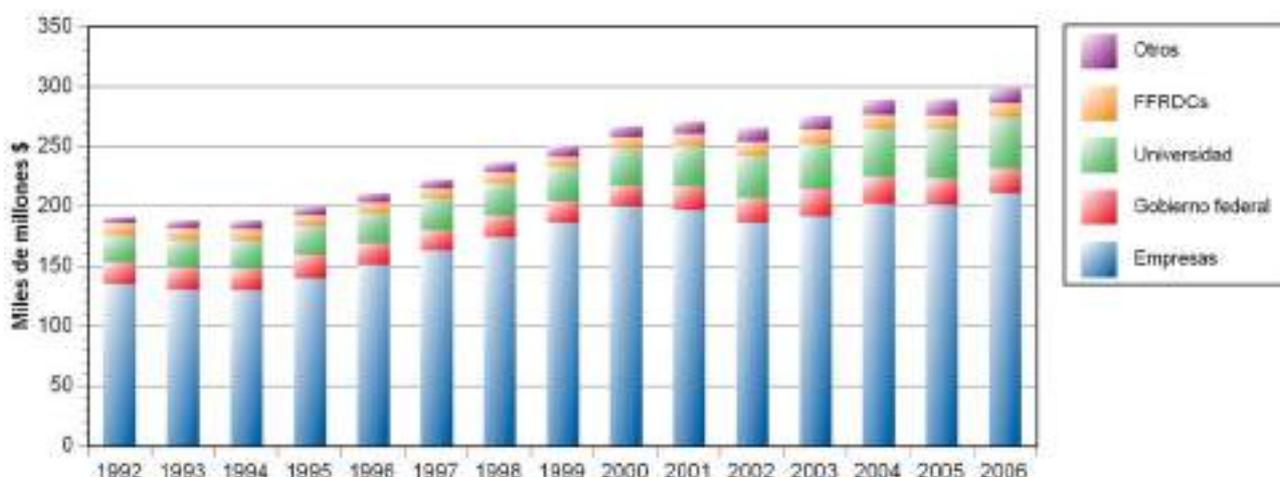
#### 3.a. Inversión y empleo en I+D

La inversión en I+D de Estados Unidos alcanzó en 2006 los 342.886 millones de dólares. De esta cantidad, el 60% corresponde a desarrollo tecnológico y se llevó a cabo, fundamentalmente, por las empresas; el 22% a investigación aplicada y el 18% restante a investigación básica.

**Gráfico 1:** Evolución del gasto total en I+D de Estados Unidos. 1990-2006  
Distribución por origen de los fondos (dólares constantes de 2000)



**Gráfico 2:** Evolución del gasto total en I+D de Estados Unidos. 1990-2006  
Distribución por sector ejecutor del gasto (dólares constantes de 2000)



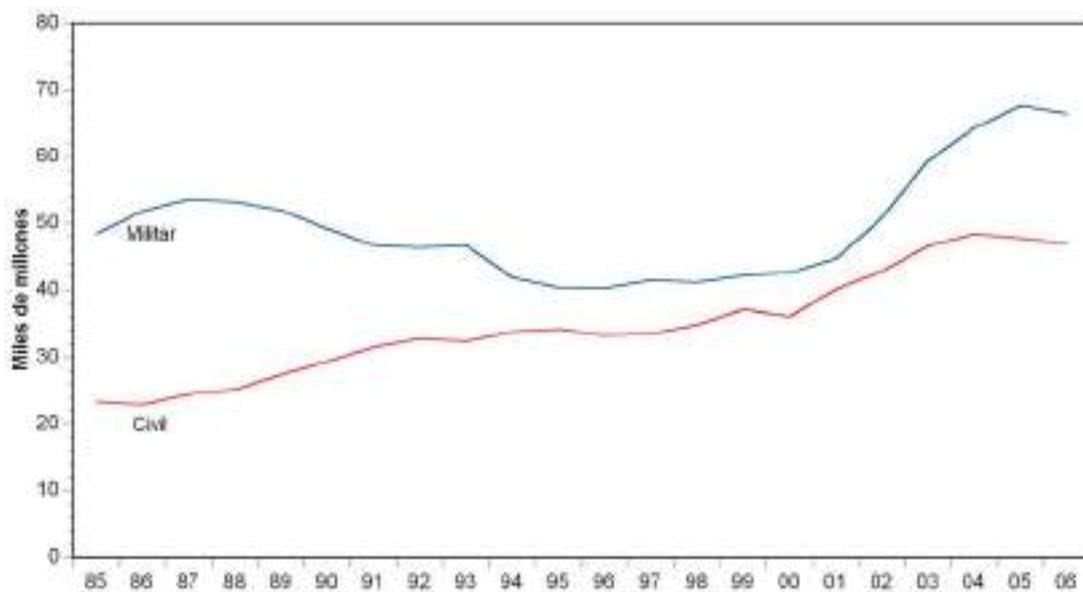
Fuente: National Science Foundation (2008).

Con la excepción del año 2002, el gasto en I+D no ha dejado de crecer en los últimos años. Las empresas ejecutan el 70% de este gasto, mientras que financian alrededor del 65%. Por su parte, la universidad es responsable del 14% del gasto, porcentaje que incluye más de la mitad de la investigación básica del país.

Buena parte de los fondos procedentes del gobierno va dirigida a financiar la investigación básica llevada a cabo por las universidades (22% de los fondos federales) y a proyectos de desarrollo puestos en marcha por la empresa (17%) y por las agencias o departamentos federales (12%).

La I+D de carácter militar tiene un peso muy importante en los presupuestos federales de I+D. De hecho, en 2006 cerca del 60% de este presupuesto (que alcanzó los 132.300 millones de dólares), se destinó a la defensa nacional. En cuanto a la I+D civil, la evolución más significativa en los últimos años ha tenido lugar en el área de salud, que pasó de recibir el 25% del presupuesto federal en 1980 al 55% en 2006.

**Gráfico 3:** Evolución del gasto federal en I+D militar y civil. EE.UU. 1985-2006 (miles de millones de \$ constantes de 2000)



Fuente: National Science Foundation (2006a)

Geográficamente, el gasto está bastante concentrado, ya que cerca de dos tercios corresponde a los 10 Estados con mayor volumen de inversión en I+D (ver tabla 1). En este sentido, destacan dos polos importantes de especialización: la mitad de la I+D relacionada con las tecnologías de la información y las comunicaciones se ejecuta en California, Massachussets y Texas, mientras que New Jersey y Pennsylvania concentran las dos terceras partes de la I+D total en el sector químico.

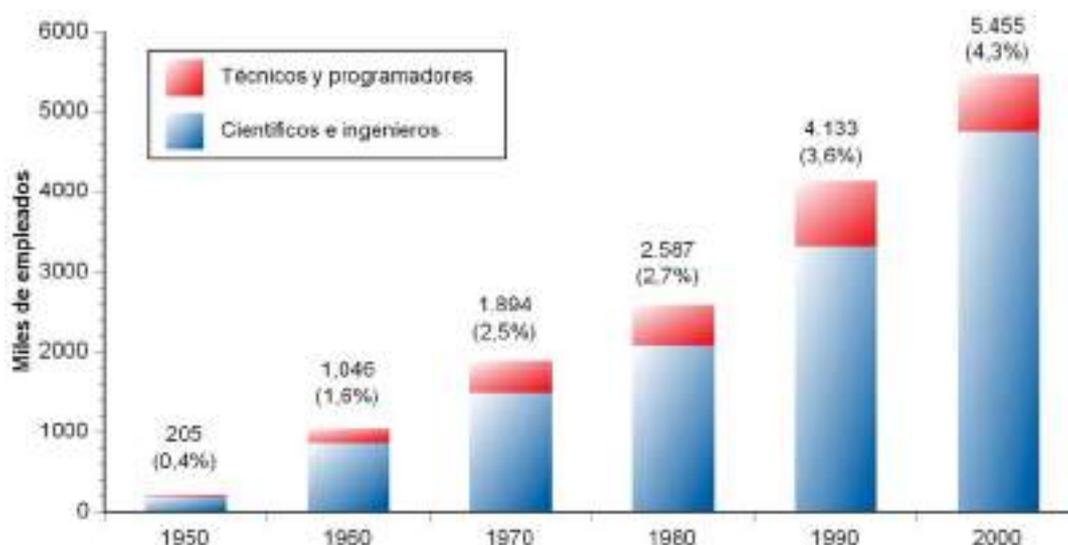
**Tabla 1:** Ranking de los estados norteamericanos con mayor gasto de I+D. 2004

Estado	Gasto en I+D (Millones de dólares)	Esfuerzo en I+D (%)*
California	59.607	3,93
Michigan	16.722	4,60
Massachusetts	15.987	5,17
Maryland	14.341	6,26
Texas	14.266	1,58
New York	13.113	1,44
New Jersey	12.460	3,05
Illinois	11.300	2,11
Washington	10.936	4,33
Pennsylvania	10.813	2,33

\* Gasto en I+D/Producto Interior Bruto del Estado

Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

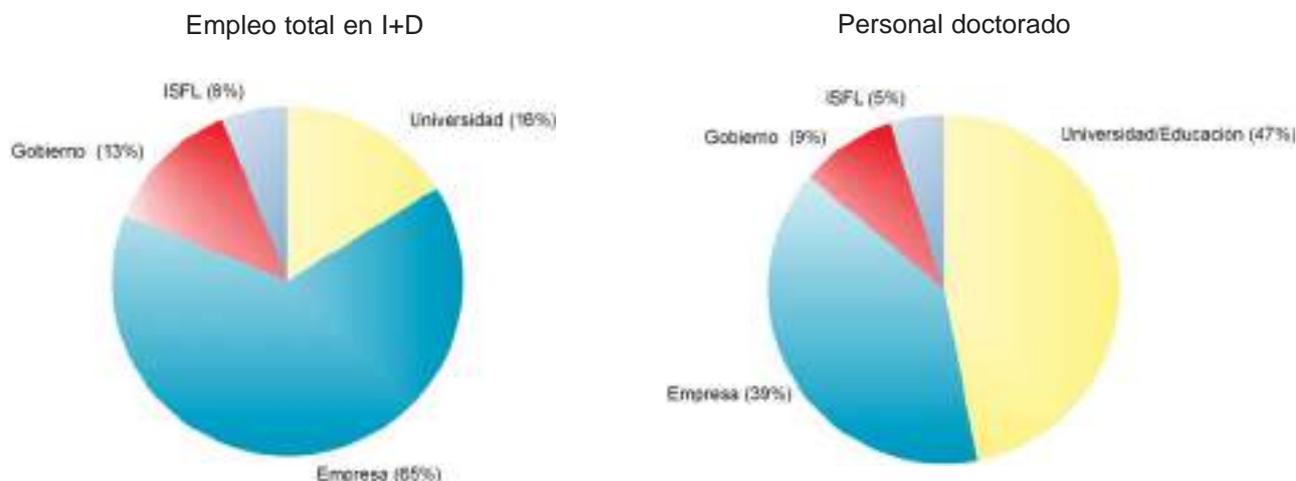
El incremento del gasto en I+D se ha visto acompañado por un crecimiento del empleo ocupado en este tipo de actividades, tanto en términos absolutos -pasando de unos 2,5 millones de personas en el año 1980 a cerca de 5,5 millones en 2000-, como en términos relativos -del 2,7% del empleo total al 4,3% en el mismo periodo. La mayor parte corresponde a ingenieros y a licenciados en matemáticas y tecnologías de la información, que en conjunto suponen cerca del 70% de los empleados en I+D.

**Gráfico 4:** Evolución del empleo de I+D en EE.UU. Miles de empleados y % sobre el empleo nacional total

Fuente: Lowell (2006), citado en National Science Foundation (2006) y elaboración propia

De cada tres empleados en I+D, dos desempeñan su labor profesional en organizaciones empresariales, mientras que la Universidad recibe un 16% y el Gobierno un 13%. Considerando tan sólo los empleados de I+D con titulación de doctor, la Universidad aparece como la principal receptora, mientras que en la empresa trabajan algo menos del 40% de los doctores.

**Gráfico 5:** Distribución del empleo de I+D por sectores. EE.UU. 2003

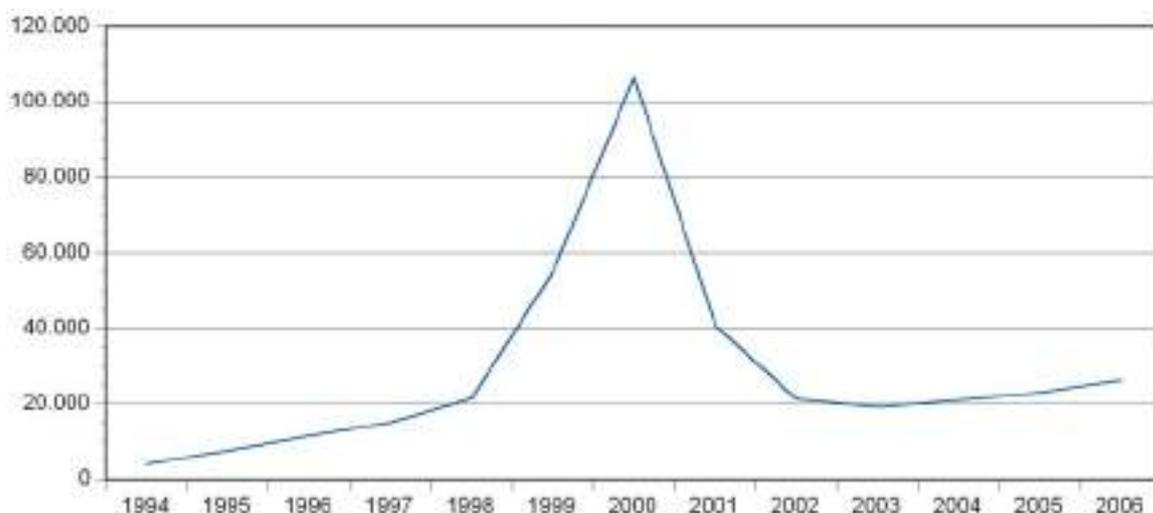


Fuente: National Science Foundation (2006) y elaboración propia

### 3.b. Capital riesgo

La iniciativa privada en negocios con alto potencial de crecimiento se ha visto tradicionalmente apoyada en los Estados Unidos por el capital riesgo. En este sentido, uno de los principales pilares han sido los fondos de pensiones, que han generado durante el periodo 1990-2002 un 44% de las nuevas inversiones de este tipo.

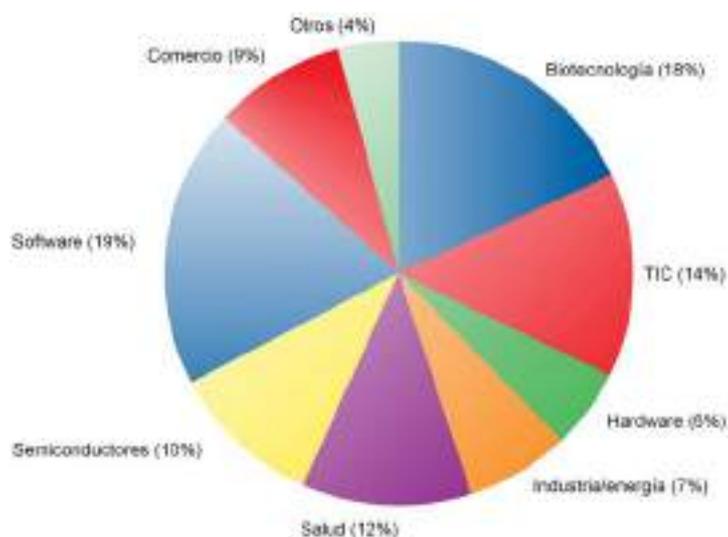
**Gráfico 6:** Evolución de las inversiones de capital riesgo en EE.UU. Millones de dólares



Fuente: National Science Foundation (2006), National Venture Capital Association (2007) y elaboración propia

Tras el importante impulso que recibieron las tecnologías relacionadas con internet durante los últimos años de la década de los 90 (ver gráfico 6), la crisis bursátil de 2000 provocó una caída considerable de las inversiones en capital riesgo, que volvieron a los niveles anteriores al *boom* de internet. Si bien este sector continúa teniendo un peso importante en la distribución de los fondos de capital riesgo, en los últimos años otras áreas, como el *software* y la biotecnología (especialmente la relacionada con el ámbito de la salud), se han convertido en polos de atracción para los inversores (gráfico 7).

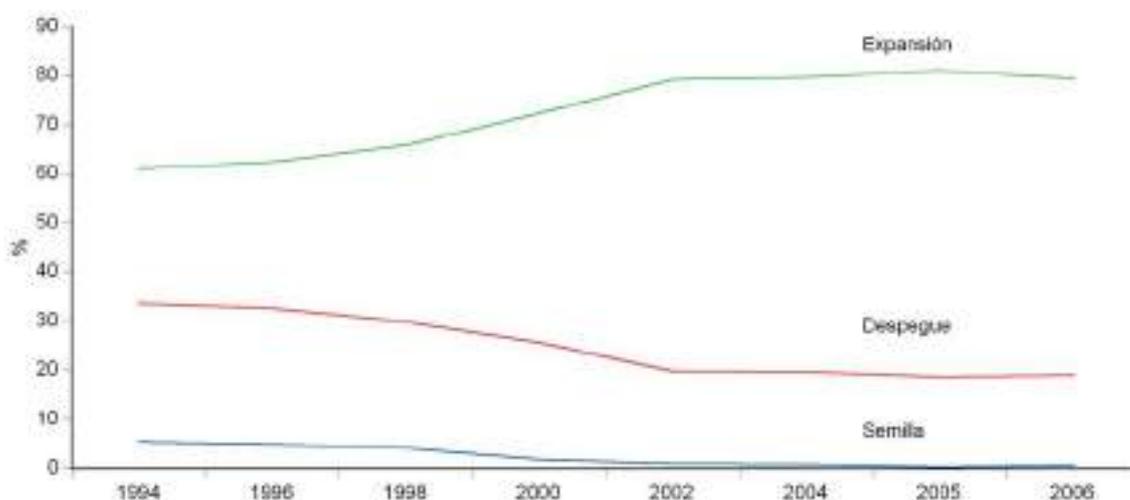
**Gráfico 7:** Inversión de capital riesgo en EE.UU. Distribución por área de negocio. 2006



Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

La evolución de las inversiones en capital riesgo en los últimos años se ha caracterizado por un descenso continuado de los fondos destinados a la fase de despegue (*start-up*) y a capital semilla, mientras que los proyectos de expansión han recibido la mayor parte de inversiones (gráfico 8).

**Gráfico 8:** Inversión de capital riesgo en EE.UU. Evolución según el tipo de inversión

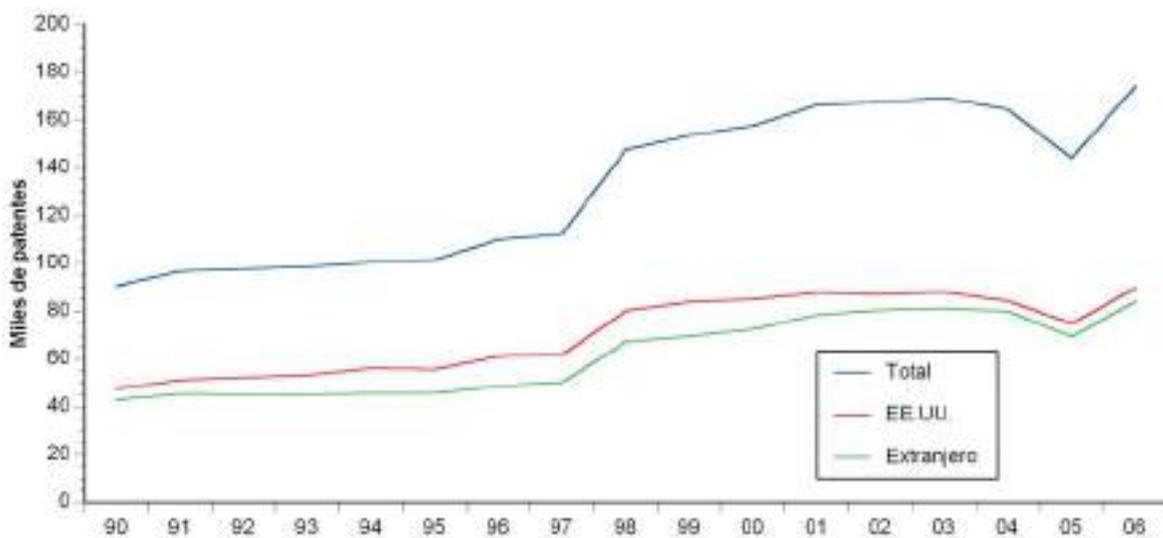


Fuente: National Science Foundation (2006), National Venture Capital Association (2007) y elaboración propia

## 3.c. Patentes y publicaciones científicas

Los ingentes recursos dedicados a la I+D, ya sean financieros o humanos, han contado con un entorno institucional que favorece la protección de los resultados de la investigación. Prueba de ello es la evolución del número de patentes solicitadas en Estados Unidos (gráfico 9). Las estadísticas muestran un crecimiento continuo durante el periodo, con un salto considerable en la segunda mitad de la década de los 90. En estos años las patentes relacionadas con la biotecnología se incrementaron considerablemente al amparo de los descubrimientos sobre el mapa del genoma humano.

**Gráfico 9:** Evolución de las patentes solicitadas en EE.UU. por país de origen. Miles de patentes

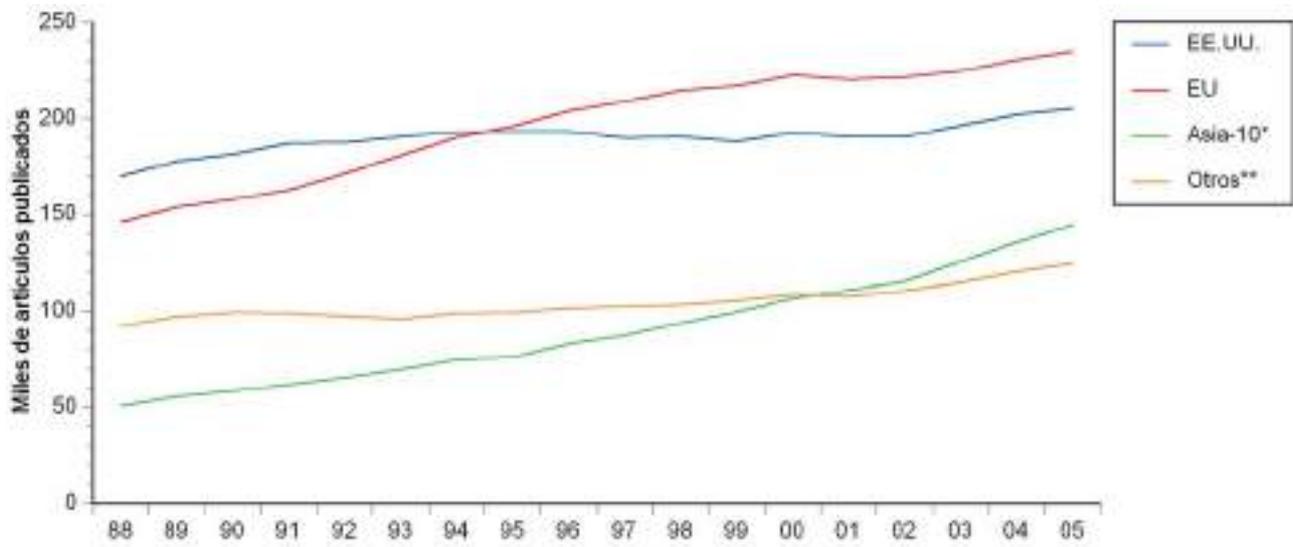


Fuente: U.S. Patent and Trademark Office (2006) y elaboración propia

En lo referente a la evolución de las publicaciones científicas mundiales, se puede observar (gráfico 10) que Estados Unidos ha perdido en los últimos años su posición de liderazgo a favor de la Unión Europea, mientras que el conjunto de los 10 países más activos de Asia ha experimentado la mayor tasa de crecimiento.

El descenso relativo de publicaciones científicas en Estados Unidos ha venido marcado por la menor actividad en las áreas de biomedicina y física, que en conjunto generan una cuarta parte de las publicaciones estadounidenses. Pese a este descenso, la colaboración internacional en trabajos de investigación no ha dejado de crecer. En 2003 los artículos publicados junto a autores pertenecientes a organizaciones extranjeras suponían hasta el 25% del total, mientras que este porcentaje era del 10% en 1988.

**Gráfico 10:** Evolución de las publicaciones científicas mundiales. Miles de artículos publicados



\*Japón, China, India, Indonesia, Malaysia, Filipinas, Singapur, Corea del Sur, Taiwán y Tailandia

++ Incluye Australia y Canadá

Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

## 4. ESTADOS UNIDOS RESPECTO A LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA

### 4.a. Crecimiento económico y productividad

Las diferencias en los sistemas de innovación de los países inciden directamente en el bienestar de sus ciudadanos. Según los últimos datos de la OCDE (OECD Factbook 2007) el PIB per cápita de EE.UU. alcanzaba en 2005 los 41.789 US PPP \$, 1,4 veces el de la UE15 (30.438 US PPP \$), y 1,5 veces el de España (27.400 US PPP \$). Estas diferencias entre estadounidenses y europeos no serían tan preocupantes si no fuera porque, además, la tasa de crecimiento del PIB real de la UE se ha situado en el promedio de las últimas décadas por debajo de la de EE.UU., como puede observarse en la siguiente tabla, lo que ha intensificado esta desigualdad:

**Tabla 2:** Crecimiento económico y productividad

Crecimiento de PTF	España		Estados Unidos		UE-15	
	PIB real	PTF	PIB real	PTF	PIB real	PTF
<i>Tasa media de crecimiento anual</i>						
80-90	3,0%	1,9%	3,3%	0,6%	2,4%	1,1%
90-95	1,5%	0,9%	2,5%	0,5%	1,6%	1,2%
95-00	4,0%	-0,3%	4,2%	1,1%	2,7%	0,9%
00-04	2,5%	-0,5%	2,4%	1,7%	1,5%	0,4%

Fuente: Timmer, Ypma and Van Ark (2003), actualizado junio 2005

En el caso de España, recientemente ha alcanzado a EE.UU. en lo que a crecimiento económico se refiere. Sin embargo, la sostenibilidad en el tiempo de estas tasas de crecimiento depende de la capacidad del país para incrementar el valor añadido por cada trabajador, es decir, la productividad del trabajo, que a su vez depende parcialmente de la productividad total de los factores (PTF).

Tal y como ha sido destacado recientemente por la Comisión Europea (Key Figures 2007 on ST&I) Europa presenta una clara desventaja en productividad respecto a EE.UU., lo que limita su convergencia en crecimiento económico per cápita a largo plazo con este país. Efectivamente, como puede observarse en la tabla anterior, el crecimiento de la PTF era mayor en la UE que en EE.UU. hasta mediados de los 90. Sin embargo, esta tendencia se ha invertido desde entonces hasta alcanzar una diferencia superior a un punto porcentual en la década actual. La diferencia es todavía mayor en el caso de España, que presenta un crecimiento negativo de la PTF desde 1995. Este descenso se debe fundamentalmente a la introducción en el VI PM de los llamados “nuevos instrumentos” que se han desarrollado a través de grandes consorcios y que han dificultado el liderazgo de las entidades españolas.

#### 4.b. Comparativa de indicadores de innovación

Muy probablemente, una de las principales razones de estas disparidades en el crecimiento de la PTF se encuentra en las diferencias entre los sistemas de innovación de EE.UU. y del resto de países. Es generalmente aceptado que el indicador más básico de la importancia de la I+D en la economía de un país es la intensidad de gasto en I+D sobre el PIB, que ilustra claramente la superioridad estadounidense en este ámbito. En efecto, en 2005 el gasto interno total en I+D alcanzaba en EE.UU. el 2,7% del PIB, frente al 1,9% de la UE (1,13% en España). Este diferencial se mantiene estable desde hace más de una década y no muestra señales de reducirse con el tiempo. Adicionalmente, el porcentaje de la I+D estadounidense ejecutado en la UE disminuye, a favor de nuevos polos de atracción, como China o India.

Una panorámica más amplia acerca de estas diferencias entre EE.UU. y Europa la ofrece el *European Innovation Scoreboard*. En él la Comisión Europea realiza una comparativa entre países, incluyendo a EE.UU. y la UE, que distingue entre indicadores de input e indicadores de output de la innovación (véase la tabla 3).

El primer grupo de indicadores de inputs, “Conductores de la innovación”, trata de evaluar el nivel que alcanzan las condiciones estructurales requeridas para la innovación potencial. En este área cabe destacar el mayor porcentaje de población con estudios superiores en EE.UU. (38,4% frente a 24% en la UE, y 28,2% en España), así como el grado más elevado de acceso a la banda ancha (14,9 líneas por cada 100 habitantes en EE.UU., frente a las 12 y 10 de la UE y España, respectivamente).

Atendiendo al área de indicadores de “Creación de conocimiento”, que intentan medir el grado de inversión en actividades de I+D como elemento clave para el desarrollo de la economía del conocimiento, es fácil observar el mayor volumen de recursos dedicado por EE.UU. a este tipo de actividades, tanto por parte del sector público como por parte del sector empresarial. Es especialmente importante la diferencia de intensidad en I+D en el caso privado, ya que la OCDE calcula que más del 85% del diferencial de intensidades en I+D entre Europa y EE.UU. se debe a la I+D financiada por las empresas. Por otra parte, es necesario resaltar la mayor presencia relativa de las industrias de media y alta tecnología en el ámbito de la I+D en EE.UU.

En lo referente a los indicadores de “Innovación y empresariado”, la relevancia que las nuevas empresas de base tecnológica tienen en el sistema de innovación estadounidense se deja entrever en el mayor porcentaje de gasto en TIC (6,7% frente al 6,4% de la UE o el 5,5% de España), así como la mayor importancia de la inversión en capital riesgo en fase semilla (0,072% del PIB, frente a 0,023 y 0,011, en Europa y España, respectivamente).

Por lo que respecta a los indicadores de output, pueden distinguirse dos grupos: “Aplicación de la innovación”, que permiten cuantificar los resultados de la innovación en términos de actividades laborales y comerciales, así como su valor añadido en los sectores innovadores; y “Propiedad intelectual”, que miden el éxito en términos de conocimiento.

En el primero de los grupos mencionados llama la atención el alto porcentaje de exportaciones de alta tecnología sobre el total, que alcanza el 26,8%. A pesar de que EE.UU. presenta déficit en su balanza tecnológica, ésta es una cifra notable, especialmente si se compara con el 17,7% europeo y

con el 5,7% español. Por último, en lo que a propiedad intelectual se refiere, EE.UU. no sólo lidera la obtención de patentes USPTO y triádicas, sino que además, si se restringe la atención a las áreas de alta tecnología, EE.UU. supera a la propia UE en la obtención de patentes en la OEP.

Por tanto, es claro que los indicadores esenciales referidos a la ciencia y la tecnología muestran importantes diferencias a favor del sistema nacional de innovación de EE.UU. frente a la UE y, particularmente, frente a España. Siendo así, no son casuales los mejores resultados en términos de productividad y crecimiento de este país.

**Tabla 3.** Comparativa de indicadores de innovación

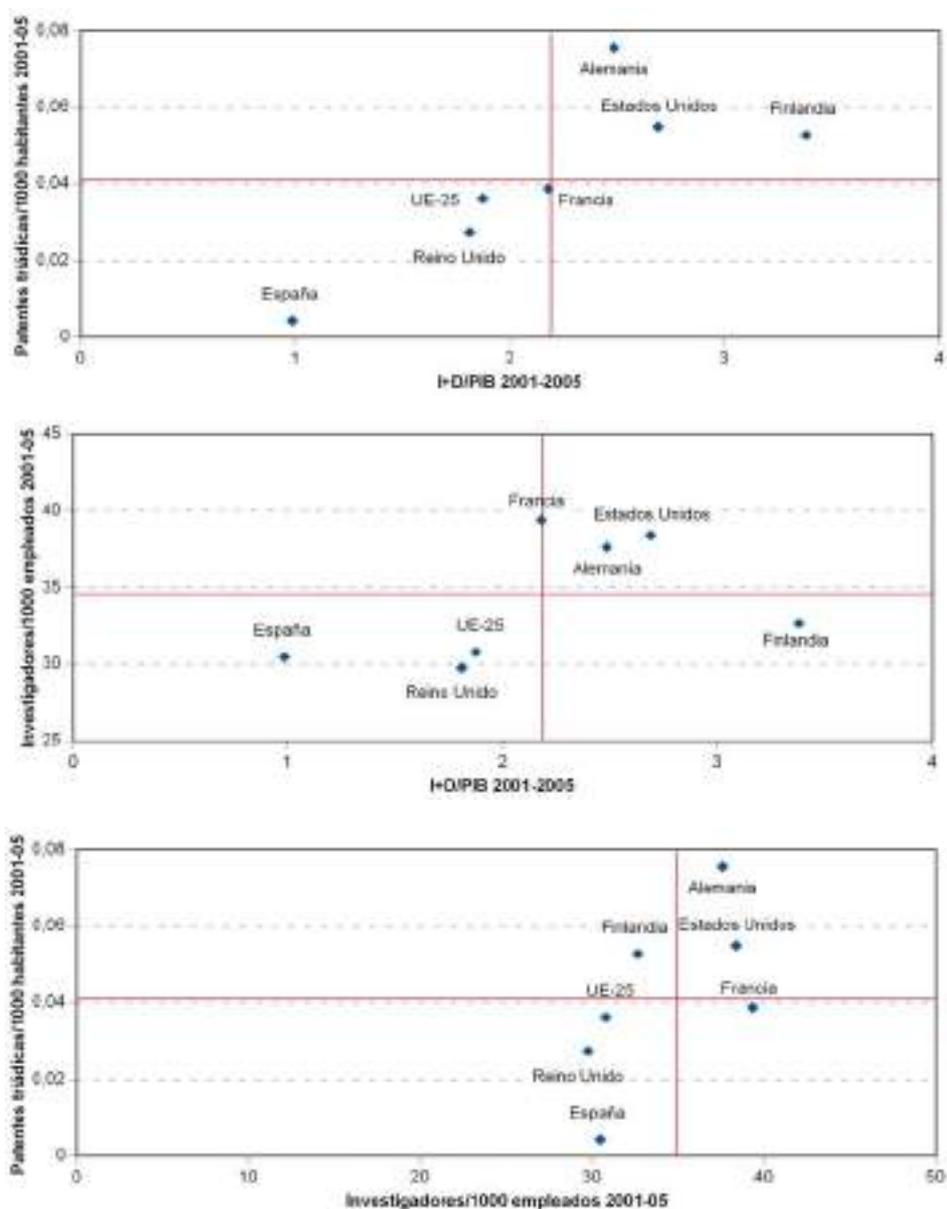
	Indicadores de innovación	Media UE-25	Media UE-15	España	Estados Unidos
<b>Conductores de la innovación</b>	Nuevos titulados superiores en ciencia y tecnología (% grupo 20-29 años)	12,7	13,6	12,5	10,2
	Población con educación superior (% grupo 25-64 años)	22,8	24	28,2	38,4
	Líneas de banda ancha por cien habitantes	10,6	12	10	14,9
	Participantes en actividades de formación permanente (% grupo 25-64 años)	11	12,1	12,1	s.d.
	Graduados en educación secundaria (% grupo 20-24 años)	76,9	74,1	61,3	s.d.
<b>Creación de conocimiento</b>	Gasto público en I+D (% del PIB)	0,65	0,66	0,51	0,69
	Gasto empresarial en I+D (% del PIB)	1,2	1,24	0,61	1,87
	Gasto en I+D en industrias de media y alta tecnología (% gasto total en I+D en la industria)	s.d.	89,2	77	89,9
	Empresas innovadoras que reciben fondos públicos para la innovación (% total de empresas)	s.d.	s.d.	9	s.d.
<b>Innovación y empresariado</b>	Pymes con innovación interna (% del total de las pymes)	s.d.	s.d.	24,3	s.d.
	Pymes involucradas en cooperación para la innovación (% del total de las pymes)	s.d.	s.d.	5,7	s.d.
	Gasto de innovación de las empresas (% del total turnover)	s.d.	s.d.	0,94	s.d.
	Capital riesgo para nueva creación o semilla (% del PIB)	s.d.	0,023	0,011	0,072
	Gasto en TIC (% del PIB)	6,4	6,4	5,5	6,7
	Pymes que han aplicado innovación organizativa (% del total de las pymes)	s.d.	s.d.	27,6	s.d.
<b>Aplicación de la innovación</b>	Empleo en servicios de alta tecnología (% total de empleo)	3,35	3,49	2,75	s.d.
	Exportación de productos de alta tecnología (% del total de las exportaciones)	18,4	17,7	5,7	26,8
	Ventas de nuevos productos para nuevos mercados (% total turnover)	s.d.	s.d.	3,8	s.d.
	Ventas de nuevos productos para mercados existentes (% total turnover)	s.d.	s.d.	10	s.d.
	Empleo en industria de alta y media tecnología (% del total del empleo)	6,66	6,71	4,58	3,84
<b>Propiedad intelectual</b>	Solicitud de patentes OEP (por millón de habitantes)	136,7	161,4	30,6	142,6
	Concesión de patentes USPTO (por millón de habitantes)	50,9	60,2	7,7	277,1
	Patentes triádicas (por millón de habitantes)	32,7	38,9	2,7	47,9
	Nuevas marcas comerciales comunitarias (por millón de habitantes)	100,7	115,7	140,9	33,8
	Nuevos diseños comunitarios (por millón de habitantes)	110,9	127,6	106,2	17,5

Fuente: Comisión Europea (2006)

Como análisis complementario, se muestra a continuación una comparativa entre Estados Unidos, la Unión Europea y España a través de tres variables que resumen la situación de la innovación en estos países:

- Media entre 2001-2005 de patentes triádicas/1000 habitantes.
- Media entre 2001-2005 de la intensidad tecnológica (I+D/PIB).
- Media entre 2001-2005 de investigadores/1000 empleados.

En los tres gráficos de dispersión se observa cómo Estados Unidos se encuentra en el grupo de líderes junto a Alemania, con resultados para los tres indicadores por encima de la media de los países considerados en el análisis. Por el contrario, España se sitúa, en el período considerado, como el país más rezagado, por debajo de la media en los tres indicadores.



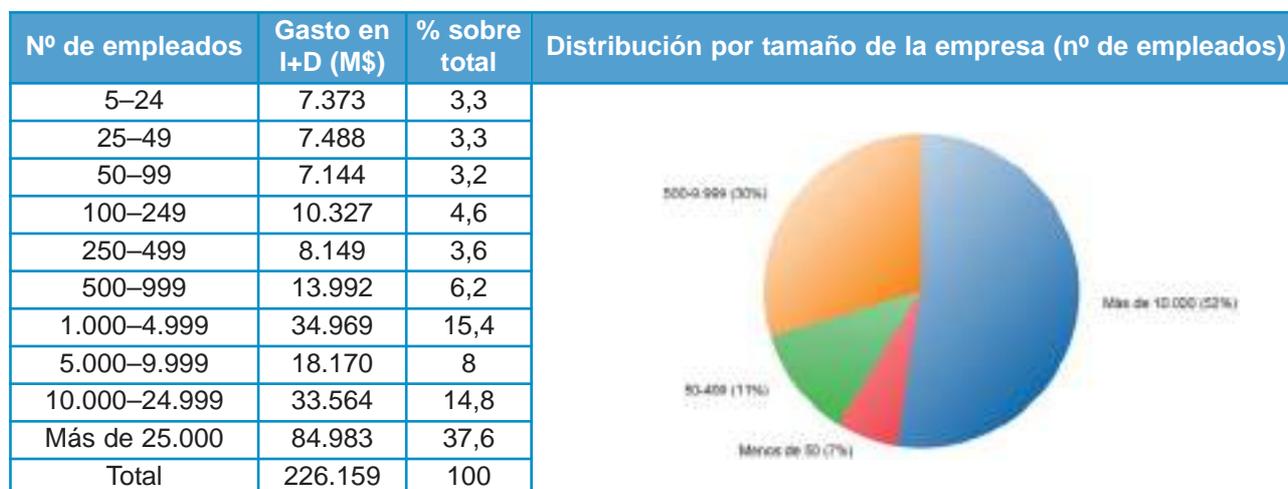
Fuente: OCDE (2007a), EUROSTAT (2007) y elaboración propia

## 5. EL SECTOR EMPRESARIAL

### 5.a. La I+D empresarial en Estados Unidos

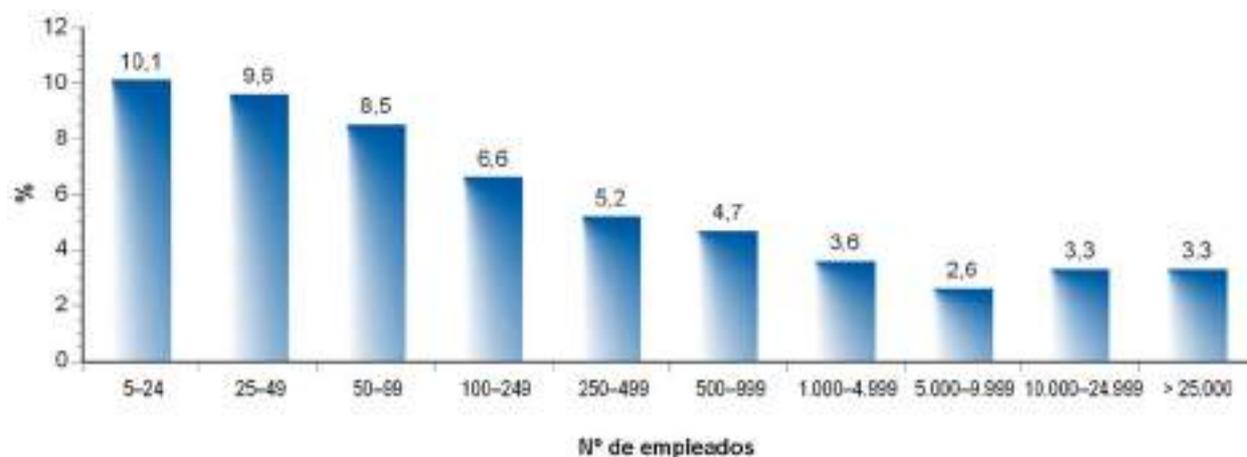
El gasto en I+D ejecutado por las empresas supuso en 2005 cerca del 70% del gasto total en I+D de Estados Unidos. Aproximadamente la mitad de este gasto corresponde a compañías grandes, con más de 10.000 empleados (gráfico 11). Las empresas SB (Small Business)<sup>1</sup> generaron en 2005 el 18% del gasto total empresarial, aunque en términos relativos, su esfuerzo en I+D fue superior al de las grandes empresas (gráfico 12).

**Gráfico 11:** Gasto total en I+D ejecutado por la empresa en EE.UU. 2005



Fuente: National Science Foundation (2007a) y elaboración propia

**Gráfico 12:** Esfuerzo en I+D empresarial en EE.UU. 2005\* (% sobre el gasto total)



\* Nota: El esfuerzo empresarial en I+D es el cociente entre el gasto en I+D ejecutado por las empresas y las ventas netas de dichas empresas. La cifra de ventas excluye las ventas de las filiales en el extranjero pero incluye transacciones comerciales hacia filiales en el extranjero.

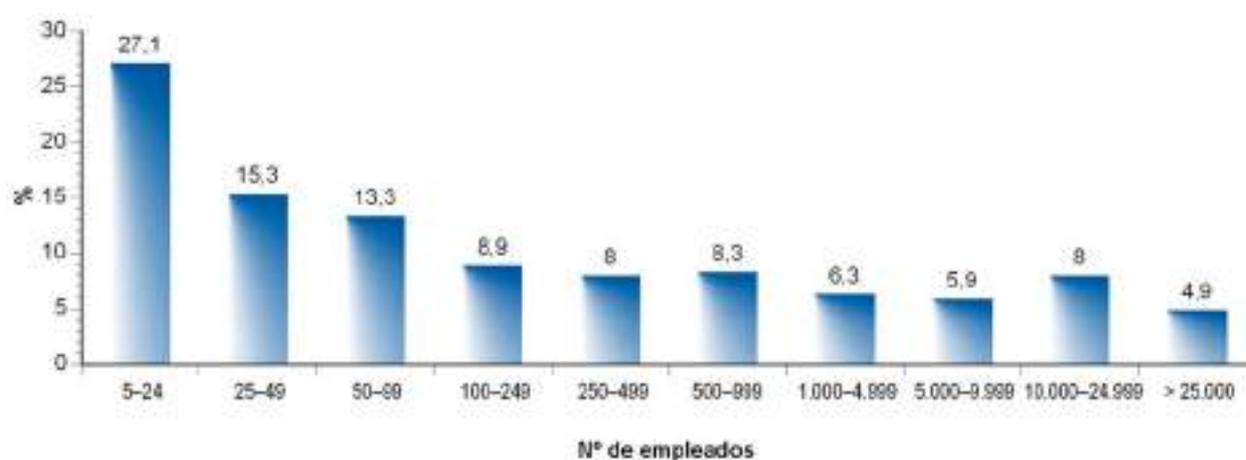
Fuente: National Science Foundation (2007a) y elaboración propia

<sup>1</sup> En Estados Unidos, se consideran PYME (Small Business, SB) aquellas compañías con menos de 500 empleados. Este colectivo, que supone el 99% de las compañías que generan empleo en el país, es responsable de entre el 60 y el 80% del empleo de nueva creación y genera anualmente el 50% del PIB no agrario (U.S. Small Business Administration, 2006).

El dinamismo de las SB se refleja también en el porcentaje de recursos humanos dedicados a la I+D, que, como se observa en el gráfico 13, sigue una tendencia decreciente a medida que se amplía el tamaño de la empresa. Teniendo en cuenta que las estadísticas ofrecidas por la National Science Foundation se refieren sólo a aquellas empresas que realizan I+D, es significativo comprobar que en el colectivo de negocios con menos de 25 empleados, uno de cada cuatro trabajadores (el 27,1%) está ocupado en tareas de I+D.

De hecho, la existencia de pequeñas empresas con altas cotas de esfuerzo en I+D ha sido identificado en estudios recientes como una de las características que permite a Estados Unidos mantenerse en los primeros puestos de la innovación mundial, por delante de la Unión Europea. Este tipo de empresas muestran un ritmo de crecimiento muy elevado, lo que las convierte en un elemento dinamizador del sistema de innovación estadounidense (Ortega-Argilés y Brandsma, 2007).

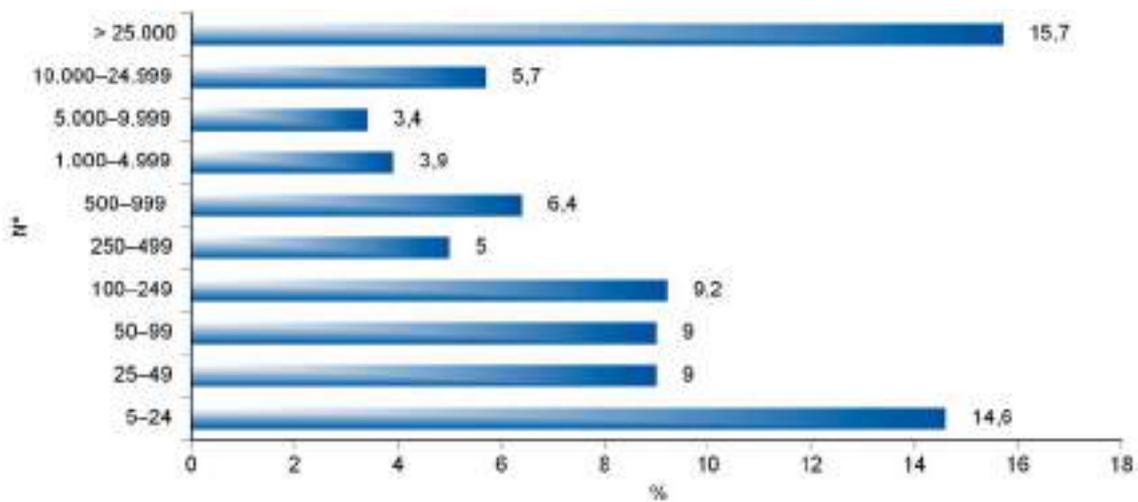
**Gráfico 13:** Personal de I+D en el sector empresarial. EE.UU. 2005\* (% sobre el empleo total)



Fuente: National Science Foundation (2007a) y elaboración propia

Probablemente, uno de los grandes aciertos de la política pública de apoyo a la innovación en Estados Unidos ha sido, precisamente, fomentar el acceso de las pequeñas empresas a los fondos públicos de I+D a través de programas como el Small Business Innovation Research Programm (SBIR). Como se puede observar en el gráfico 14, la financiación federal supone un porcentaje muy similar del gasto total en I+D en los dos extremos de la distribución según el tamaño de las empresas: para las compañías más grandes un 15,7% del gasto de I+D proviene de fondos federales, mientras que para las empresas de entre 5 y 24 empleados este porcentaje alcanza el 14,6%.

**Gráfico 14:** Contribución de los fondos federales a la financiación de la I+D empresarial en EE.UU. 2005. Distribución por tamaño de la empresa. (% sobre el gasto total en I+D por tramos de empleo)



Fuente: National Science Foundation (2007a) y elaboración propia

Cerca del 80% de los gastos en I+D empresarial se ejecutan en seis sectores de actividad: industria automovilística; industria química y farmacia; electrónica e informática; servicios informáticos; industria aeroespacial (incluyendo el área de defensa) y servicios generales de I+D. Por término medio, estos sectores dedican el 7% de sus ventas a proyectos de I+D, porcentaje muy alejado del que corresponde al resto de los sectores (1,2%) y muy superior al total de la industria (3,5%). Los servicios lideran el ranking de esfuerzo en I+D, seguidos por la electrónica y el sector aeroespacial.

La industria que integra electrónica e informática (fabricantes de ordenadores, equipos de comunicaciones y diversos componentes que utilizan sofisticadas tecnologías de miniaturización y circuitos integrados) lidera el ranking de sectores innovadores, ejecutando el 20% del gasto total en I+D de la industria estadounidense. Destacan por su esfuerzo en I+D las empresas dedicadas a la fabricación de equipos de comunicaciones y los fabricantes de semiconductores, ambos con un porcentaje de gasto en I+D superior al 11% de sus ventas.

Si a los fabricantes de equipos, es decir, la parte hardware del negocio de las TIC, sumamos la parte software, desarrollada por empresas dedicadas a servicios informáticos, se observa que, prácticamente, uno de cada tres dólares destinados a la I+D industrial se ejecuta en el sector de las TIC. A esto habría que añadir toda la labor de desarrollo de software que llevan a cabo empresas de otros sectores, una actividad que es muy habitual, dado el amplio alcance de estas tecnologías.

Como se observa en el gráfico 15, los porcentajes de autofinanciación son muy elevados en la mayor parte de las áreas mencionadas, si bien el sector aeroespacial y defensa es la excepción, ya que más del 55% de su gasto en I+D procede de fondos federales. Teniendo en cuenta la importancia de los fondos públicos destinados a I+D en este campo (el Departamento de Defensa dispone de casi la mitad de los fondos federales para la I+D y destina el 70% de los mismos a financiar I+D industrial), estas cifras reflejan el interés del gobierno estadounidense por fomentar la investigación vinculada a temas de seguridad y defensa nacional.

**Gráfico 15:** Indicadores de gasto en I+D ejecutado por la empresa en EE.UU. Distribución por áreas de negocio. 2005

	Gasto en I+D (M\$)	Financiado con fondos privados (%)	Esfuerzo en I+D (%)*	Distribución del gasto en I+D por áreas de negocio
Total sectores	226.159	90,3	3,7	
Total sectores seleccionados	174.970	88,1	7,7	
Electrónica	43.520	97,6	9,2	
Química	42.995	99,6	6,9	
Servicios informáticos	30.518	98,1	14,3	
Aeroespacial/defensa	24.926	43,8	11,0	
Servicios de I+D	16.986	70,2	20,1	
Automoción	16.025	nd	2,5	
Resto	51.189	98,0	1,3	

\*Nota: El esfuerzo empresarial en I+D es el cociente entre el gasto en I+D ejecutado por las empresas y las ventas netas de dichas empresas. La cifra de ventas excluye las ventas de las filiales en el extranjero pero incluye transacciones comerciales hacia filiales en el extranjero.

Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

Por su parte, la industria automovilística se caracteriza por una elevada concentración de la actividad de I+D en las compañías más grandes. El colectivo formado por las 13 compañías con mayores gastos en investigación y desarrollo son responsables del 85% del gasto total del sector. Esta alta concentración tiene tres protagonistas conocidos: General Motors, Ford y DaimlerChrysler, que, en conjunto, superaron en 2006 los 15.500 millones de dólares en gastos de I+D.

Por lo que respecta al sector químico, la industria farmacéutica representa alrededor del 80% del gasto total privado, porcentaje que explica buena parte de la actividad en I+D de un sector como el químico, que, al igual que las TIC, se autofinancia en una tasa muy elevada (99,6%). En el caso de la industria farmacéutica destaca la importancia de la transferencia de tecnología proveniente del sector de servicios de I+D: un 20% de los gastos de I+D del sector farmacéutico se destina a la adquisición de los derechos de explotación de productos generados por laboratorios independientes, principalmente en el área de biotecnología.

El alto porcentaje de I+D subcontratado en la industria farmacéutica es el reflejo de una tendencia de mayor alcance, que afecta a todos los sectores y que algunos autores han destacado como “un nuevo patrón de innovación industrial” (Jankowski, 2001), en el que cobra importancia la contratación externa de I+D, ya sea a empresas del mismo grupo o a otras empresas. De hecho, las estadísticas muestran que los gastos de investigación ejecutados por el sector de servicios de I+D se han incrementado sustancialmente: de 5.800 millones de dólares en 1997 hasta 13.800 millones en 2003. Paralelamente, durante el periodo 1993-2003, la contratación de I+D por parte de la empresa creció a una tasa media anual del 9,4%, porcentaje que duplica el crecimiento de los gastos internos financiados con fondos propios (National Science Foundation, 2006).

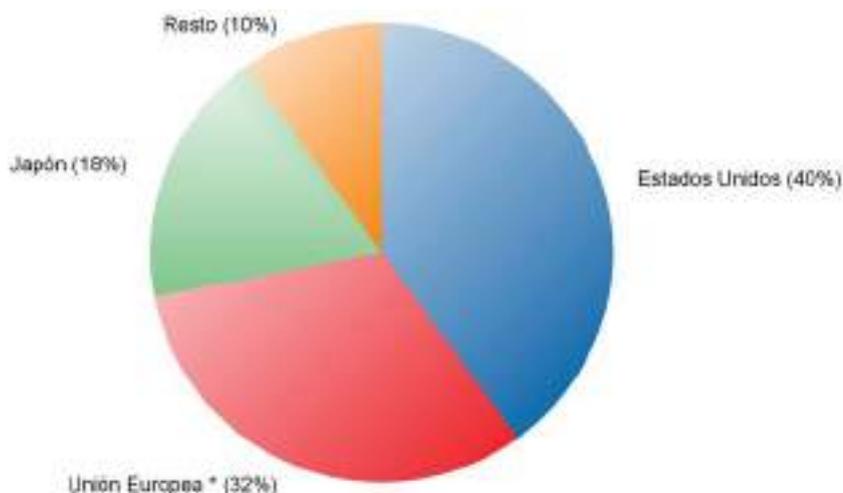
Junto con la subcontratación de la I+D, otra de las estrategias empresariales que están modificando la manera de entender el proceso de innovación son las alianzas tecnológicas. Si bien esta tendencia es común en todo el mundo, Estados Unidos es, con diferencia, el país de referencia, ya que, según la base de datos CATI-MERIT<sup>2</sup> está presente en siete de cada diez alianzas formalizadas en 2003 en todo el mundo. La mayor parte de estas alianzas surgen en el ámbito de las TIC y la biotecnología y aproximadamente en la mitad de ellas participan socios extranjeros.

El componente internacional de la I+D se deja notar también en las inversiones que las empresas estadounidenses realizan en el extranjero. La tendencia muestra que, pese a que Europa se mantiene como principal destino de las inversiones estadounidenses en I+D (el 61% en 2001), seguida por Canadá (11%) y Japón (8%), otros países asiáticos están surgiendo con fuerza. Así, las inversiones en Asia, excluyendo Japón, supusieron en 2002 el 12% del total, mientras que en 1994 tan sólo copaban el 5% (National Science Foundation, 2006). China lidera esta tendencia, habiendo pasado de recibir siete millones de dólares en 1994 a 565 millones en 2003.

Según un reciente estudio llevado a cabo por la Comisión Europea (“The 2007 EU Industrial R&D Investment Scoreboard”), en el que se utiliza una muestra de las 1.400 empresas que más invierten en I+D del mundo, Estados Unidos ocupa la primera posición en lo que a inversión en I+D se refiere (40%). La distribución de las 1.400 empresas es la siguiente: Estados Unidos (563), Unión Europea (400), Japón (237) y el resto del mundo (200).

El mismo estudio señala que la intensidad tecnológica de estas empresas, entendida como el cociente entre inversiones en I+D y ventas, era, en 2006, del 4,5% para las estadounidenses, mientras que para las europeas descendía hasta el 2,7% (gráfico 17).

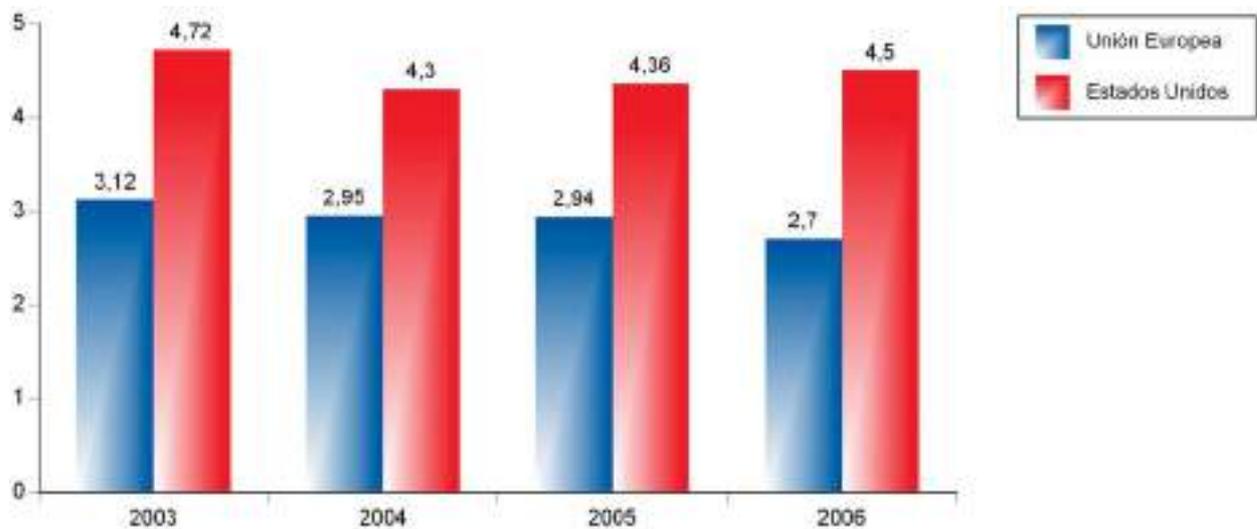
**Gráfico 16:** Distribución por país de empresas que más invierten en I+D. 2006



\* Alemania (11%), Francia (6%), Reino Unido (6%), Holanda (2%), Suecia (2%), Italia (1%), Finlandia (1%), Dinamarca (1) y resto (2%)  
Fuente: Comisión Europea (2007c)

<sup>2</sup> Esta base de datos recoge las alianzas empresariales de índole tecnológica publicadas en prensa y revistas especializadas. La National Science Foundation (2006) publica periódicamente estadísticas a partir de esta fuente de información.

**Gráfico 17:** Evolución de la intensidad tecnológica (I+D/ventas) de la industria en la Unión Europea y Estados Unidos\*



\*Nota: La tasa de esfuerzo tecnológico está calculada teniendo en cuenta una muestra de las empresas que más invierten en I+D a escala internacional para cada año.  
Fuente: Comisión Europea (2007c) y elaboración propia

A continuación, se muestra el ranking de las 25 empresas que más invirtieron en I+D en 2006, de las que 10 son empresas estadounidenses.

**Tabla 4.** Ranking mundial de empresas por volumen de inversión en I+D. 2006

Empresa	Sector	Nacionalidad	Inversión en I+D (millones de €)	Intensidad innovadora (I+D/Ventas) (%)
1. Pfizer	Farmacia	Estados Unidos	5.762,54 M€	14,5
2. Ford Motor	Automoción	Estados Unidos	5.459,96 M€	4,5
3. Johnson & Johnson	Farmacia	Estados Unidos	5.403,09 M€	13,4
4. Microsoft	Software	Estados Unidos	5.400,06 M€	13,9
5. DaimlerChrysler	Automoción	Alemania	5.234 M€	3,4
6. Toyota Motor	Automoción	Japón	5.172 M€	3,9
7. GlaxoSmithKline	Farmacia	Reino Unido	5.138,88 M€	14,9
8. Siemens	Equipos y componentes eléctricos	Alemania	5.024 M€	5,8
9. General Motors	Automoción	Estados Unidos	5.004,97 M€	3,2
10. Samsung Electronics	Equipos electrónicos	Corea del Sur	4.659,97 M€	6,7
11. Intel	Semiconductores	Estados Unidos	4.453,66 M€	16,6
12. Sanofi-Aventis	Farmacia	Francia	4.404 M€	15,5
13. IBM	Servicios de computadoras	Estados Unidos	4.303,51 M€	6,2
14. Volkswagen	Automoción	Alemania	4.240 M€	4
15. Roche	Farmacia	Suiza	4.093,34 M€	15,7
16. Novartis	Farmacia	Suiza	4.067,67 M€	14,5
17. Nokia	Equipos de telecomunicaciones	Finlandia	3.712 M€	9
18. Merck	Farmacia	Estados Unidos	3.627,01 M€	21,1
19. Matsushita Electric	Ocio	Japón	3.594,48 M€	6,3
20. Robert Bosch	Automoción	Alemania	3.398 M€	7,8
21. Sony	Ocio	Japón	3.384,55 M€	7,7
22. Honda Motor	Automoción	Japón	3.248,29 M€	5,2
23. BMW	Automoción	Alemania	3.208 M€	6,5
24. Motorola	Equipos de telecomunicaciones	Estados Unidos	3.113,70 M€	9,4
25. Cisco Systems	Equipos de telecomunicaciones	Estados Unidos	3.084 M€	14,3

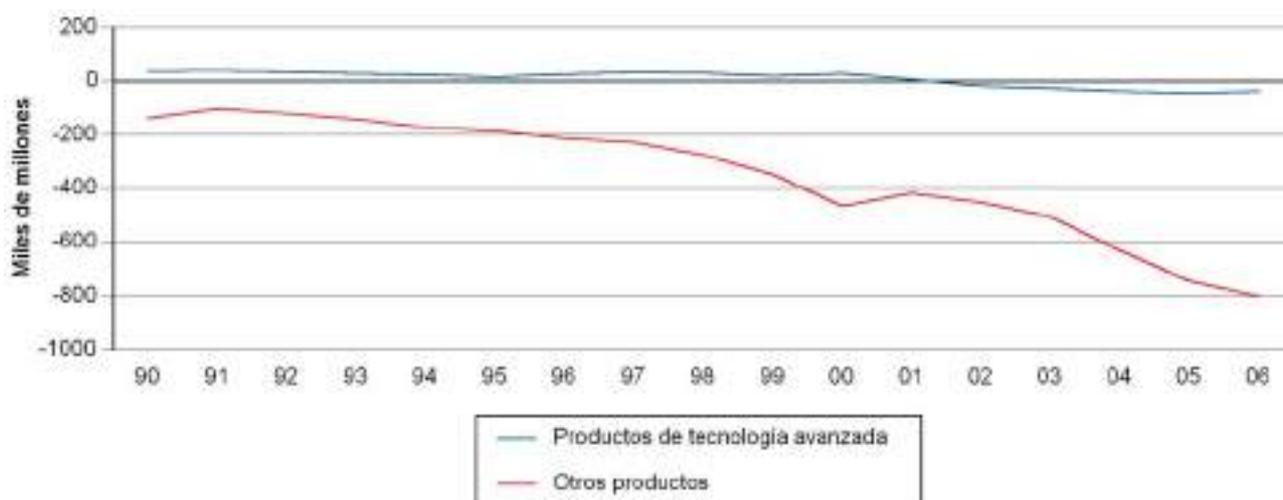
Fuente: Comisión Europea (2007c) y elaboración propia

## 5.b. La tecnología como ventaja competitiva para Estados Unidos

La competitividad de Estados Unidos con base en sus capacidades tecnológicas queda demostrada en estudios recientes. Porter y otros autores (2006) han desarrollado un modelo para el seguimiento de la posición competitiva de 33 países que destacan por sus altas tasas de crecimiento industrial. El modelo tiene en cuenta distintos indicadores relacionadas con la tecnología, que finalmente se agrupan en cuatro categorías: 1) la orientación nacional (tanto pública como privada y la interacción entre ambos ámbitos) hacia la tecnología como ventaja competitiva; 2) la infraestructura socioeconómica que fomenta y financia los recursos esenciales, como son los recursos humanos; 3) la infraestructura tecnológica, incluyendo los mecanismos de transferencia de tecnología, y 4) la capacidad productiva en un sentido amplio, es decir, considerando el volumen de producción, la productividad del trabajo y los sistemas de gestión de la innovación, entre otros indicadores.

Los últimos resultados publicados en 2005 (Porter, 2006) muestran que Estados Unidos lidera cada una de las categorías descritas, aunque la tendencia respecto a 1999 es ligeramente negativa. Por el contrario, en otros países los cuatro indicadores muestran valores al alza. Éste es el caso de China, que se está posicionando para convertirse en uno de los grandes exportadores de tecnología en los próximos años. Los datos sobre comercio exterior parece que confirman esta teoría.

**Gráfico 18:** Balanza comercial de EE.UU. por tipo de productos. 1990-2006



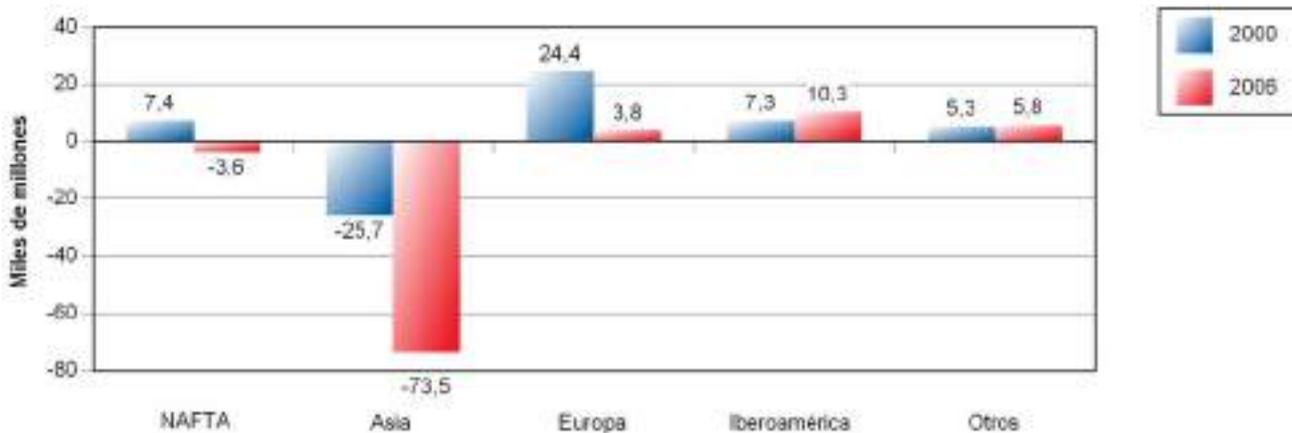
Fuente: National Science Foundation (2007a) y elaboración propia

Observando la evolución de la balanza comercial de Estados Unidos (gráfico 18) se observa una clara divergencia entre los productos que incorporan tecnología avanzada<sup>3</sup> y el resto. Sin embargo, pese al tradicional superávit de los productos de tecnología avanzada, la tendencia cambia de dirección a

<sup>3</sup> La oficina estadística federal, U.S. Census Bureau, ha elaborado una clasificación de los productos que incorporan tecnología nueva o de vanguardia y que recoge diez categorías: biotecnología, ciencias de la vida, optoelectrónica (tecnologías que aúnan la óptica y la electrónica), información y comunicación (TIC), electrónica, sistemas de producción flexibles, materiales avanzados, aeroespacial, armamento y tecnología nuclear. Para ser incluido en una de estas categorías, el producto en cuestión debe contener una parte importante de las tecnologías señaladas y, a su vez, esta tecnología debe contribuir significativamente al valor del producto. En National Science Foundation (2007) se define una categoría adicional, la de Software.

partir de 2001, coincidiendo con la crisis de las compañías relacionadas con internet. En 2002, las importaciones de productos innovadores superan a las exportaciones, dando lugar al primer déficit comercial estadounidense en el ámbito de la tecnología. Este déficit se ha incrementado en los años posteriores, alcanzando en 2005 el máximo histórico de 44.400 millones de dólares.

**Gráfico 19:** Balanza comercial de productos de tecnología avanzada de EE.UU. por área geográfica\*. 2000 y 2006

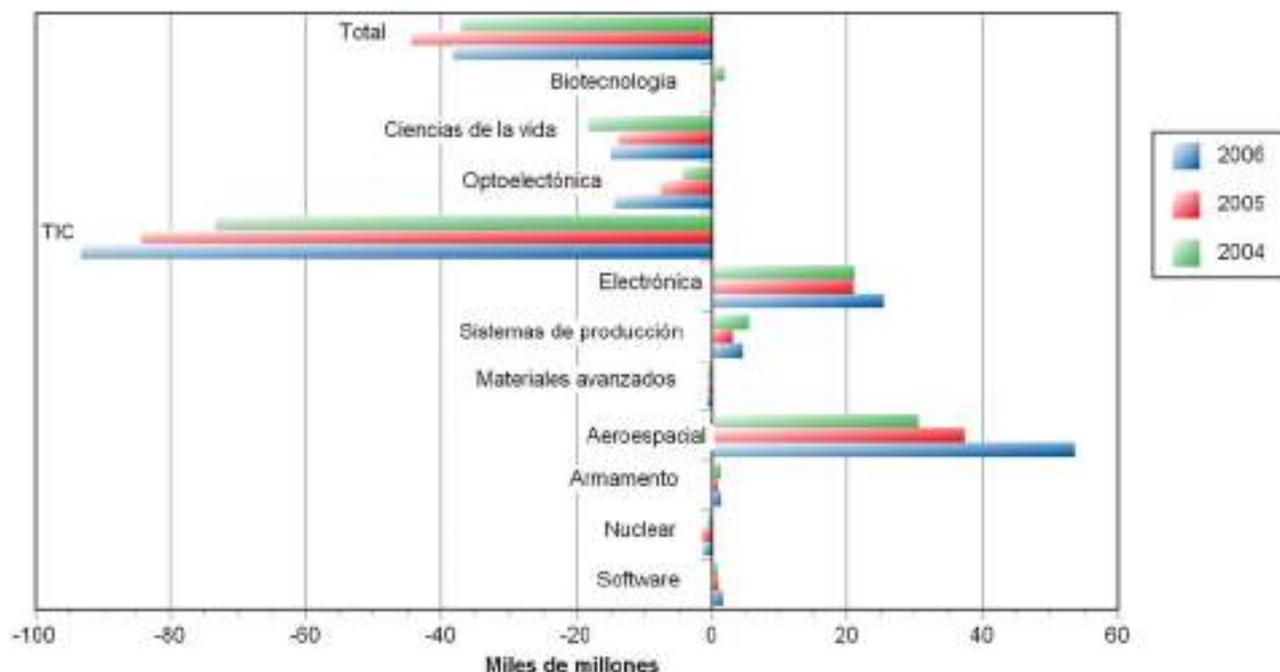


\* Nota: las áreas geográficas se refieren a los siguientes países: NAFTA (Canadá y México); Asia (China, India, Indonesia, Japón, Malasia, Filipinas, Singapur, Corea del Sur, Taiwán y Tailandia); Europa (Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Alemania, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suiza, Suecia y Reino Unido); Iberoamérica (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Perú, Venezuela); Otros (Australia, Israel, Rusia, Sudáfrica, Turquía).  
Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

El origen de este desequilibrio comercial proviene, básicamente, del incremento de las importaciones asiáticas y, más concretamente, chinas. Mientras que con el resto del mundo las transacciones comerciales se mantienen equilibradas o son favorables a EE.UU. (gráfico 19), con China el déficit se ha incrementado considerablemente en los últimos años (de 1.000 M\$ en 2000 a cerca de 50.000 M\$ en 2006). De hecho, en 2003 China desbancó a Japón como principal proveedor de productos tecnológicos, alcanzando en 2006 una cuota del 25% sobre el total de las importaciones estadounidenses de este tipo.

Teniendo en cuenta que China es el principal proveedor en el área de tecnologías de la información y las comunicaciones (con un 40,5% sobre el total de las importaciones), no es de extrañar que el déficit comercial más voluminoso corresponda precisamente a esta categoría (ver gráfico 20). Otras áreas con un déficit comercial importante son las ciencias de la vida y la optoelectrónica. En estos dos casos, los principales proveedores estadounidenses son, respectivamente, Irlanda (35,3% del total de importaciones en 2006) y México (51,9%). Por el contrario, las áreas donde Estados Unidos parece mantener su ventaja competitiva en el entorno global son el sector aeroespacial y la electrónica.

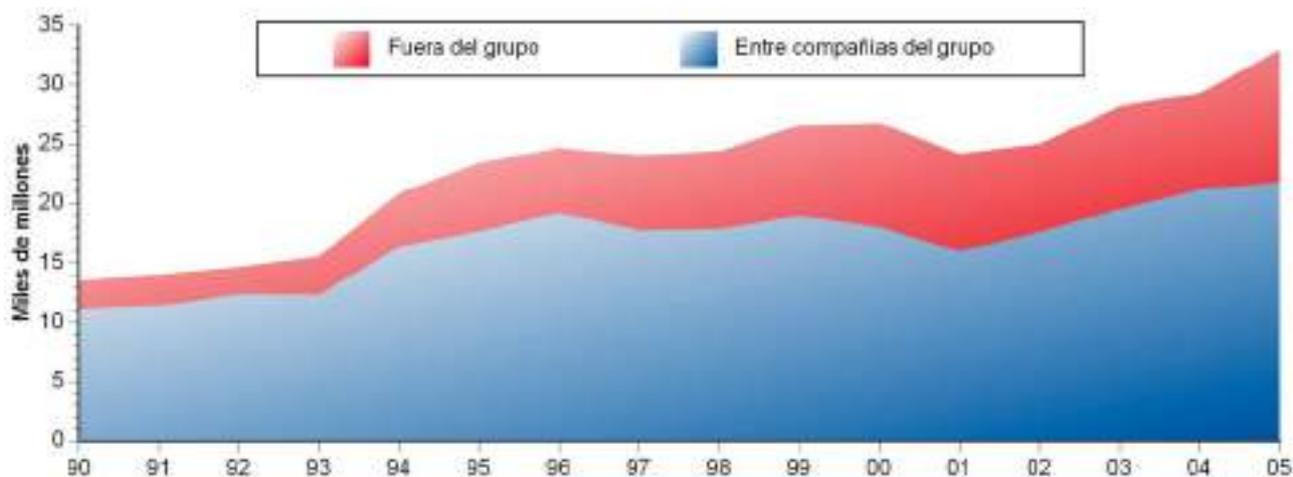
**Gráfico 20:** Balanza comercial de productos de tecnología avanzada\* de EE.UU. 2004-2006



\*Nota: Las áreas tecnológicas corresponden a la clasificación elaborada por el U.S. Census Bureau  
Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

Al contrario de lo que ocurre con el comercio de bienes tangibles, la cesión de derechos de propiedad intelectual genera tradicionalmente un superávit favorable a los Estados Unidos, cercano en 2005 a los 33.000 millones de dólares. Buena parte del valor de estas transacciones (un 70% aproximadamente) se genera entre empresas del mismo grupo.

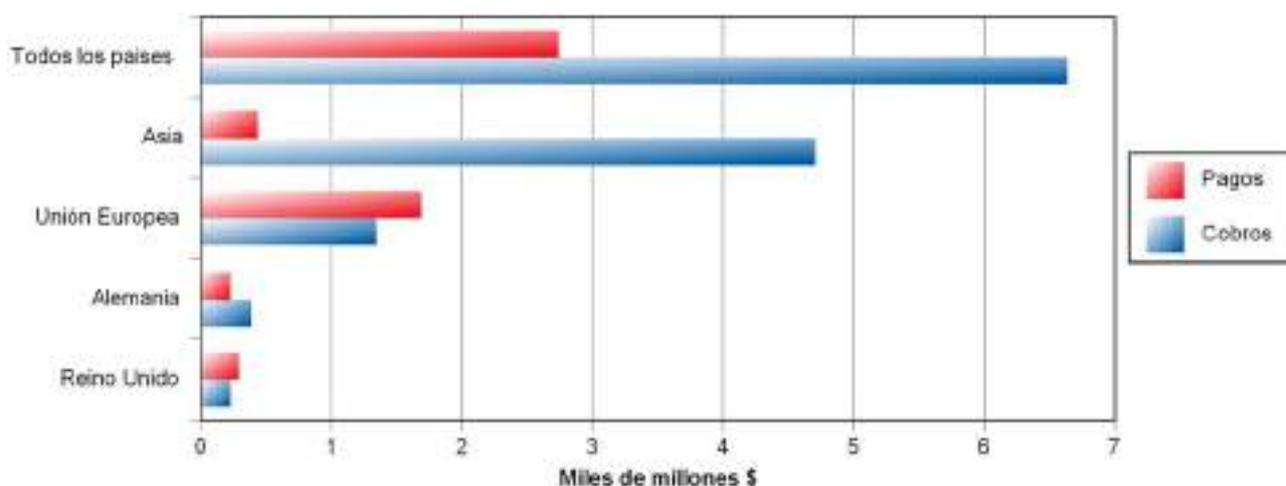
**Gráfico 21:** Balanza comercial de royalties y tasas sobre derechos de propiedad intelectual. EE.UU.



Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

Esta posición como proveedor neto de conocimiento se comprende mejor si se consideran sólo las transacciones entre empresas no pertenecientes al mismo grupo y, más concretamente, las cesiones de propiedad sobre procesos industriales. Este indicador refleja de forma más precisa la ventaja competitiva real de Estados Unidos, pues le sitúa como exportador neto de conocimiento tecnológico a Asia - donde el 45% de los ingresos totales estadounidenses provienen de Japón y Corea - y a países como Alemania (gráfico 22). Sin embargo, la posición de Estados Unidos no es ventajosa respecto a la Unión Europea en su conjunto.

**Gráfico 22:** Royalties y tasas sobre derechos de propiedad intelectual relativa a procesos industriales. Transacciones entre compañías no pertenecientes al mismo grupo. EE.UU. 2005



Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

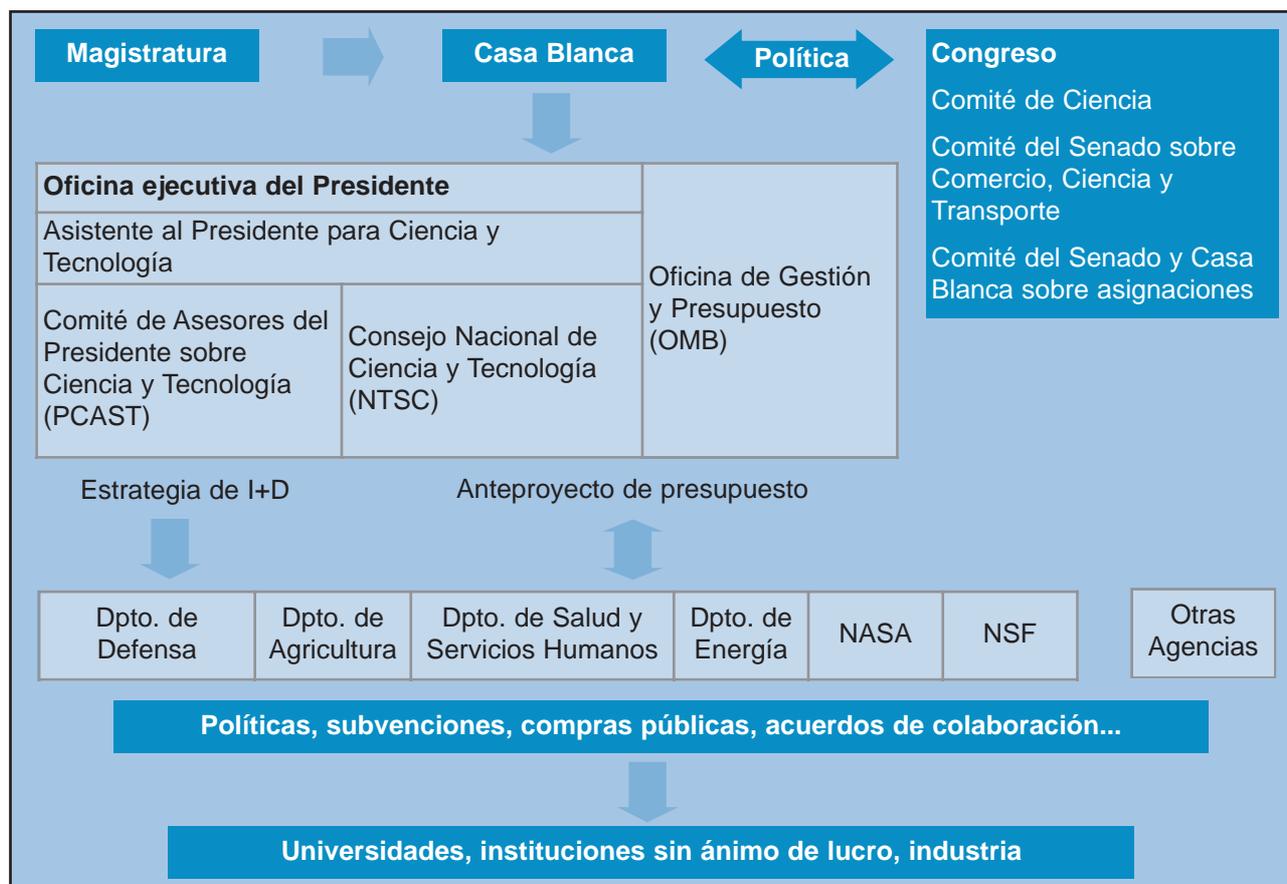
## 6. EL SECTOR PÚBLICO: ORGANISMOS Y PROGRAMAS

### 6.a. Las agencias federales

Dentro de la Oficina Ejecutiva (EoP) que depende directamente del Presidente de Estados Unidos, se encuentra la Oficina de Ciencia y Tecnología (OSTP), cuyo objetivo es coordinar todas las actuaciones públicas en I+D. Esta oficina recibe asesoramiento de los representantes de la industria y de la universidad, presentes en el Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología (PCAST) y de los responsables de las agencias y departamentos gubernamentales con competencias en I+D, agrupados en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTC). Para la elaboración del presupuesto de I+D y su seguimiento, la OSTP trabaja en estrecha colaboración con la Oficina de Gestión y Presupuesto (OMB), también dependiente de la EoP.

El presupuesto público federal de I+D se distribuye entre diversos departamentos y agencias federales, aunque la mayor parte de los fondos (un 94% en 2005) se concentra en cinco unidades: el Departamento de Defensa (DOD); el de Salud y Servicios Humanos (HHS), del que dependen los Institutos Nacionales de Salud (NIH); el de Energía (DOE); la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA) y la Fundación Nacional de Ciencia (NSF).

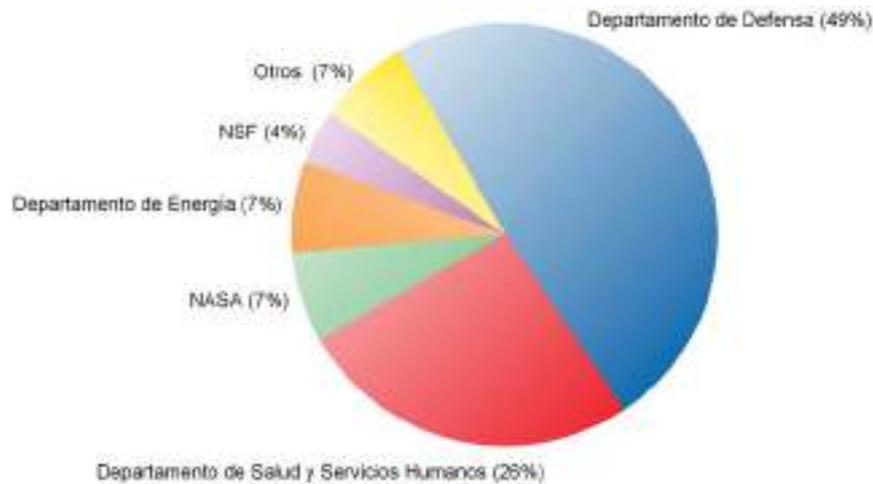
**Gráfico 23:** La política federal de I+D en los EE.UU.



Fuente: Comisión Europea (2007) y elaboración propia

Los departamentos y agencias federales destinan su presupuesto a la financiación de sus propios laboratorios (laboratorios federales), los centros de I+D financiados con fondos federales, denominados *Federally funded research and development centres (FFRDCs)*, y a la financiación de proyectos ejecutados por otros organismos, como universidades, empresas, hospitales e instituciones sin ánimo de lucro.

**Gráfico 24:** Presupuesto federal en I+D. Distribución por agencia. (Total previsto 2007: 112,90 miles de millones \$)



Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

El Departamento de Defensa, con un presupuesto estimado de 56.000 millones de dólares (M\$) en 2007, gestiona el 49% del presupuesto total en I+D del gobierno federal. La mayor parte de estos fondos se destina a desarrollo de productos (el 89%) y es ejecutado por la industria (el 74%) a través de programas específicos. La relevancia del DOD como fuente de financiación del sector privado es indiscutible, ya que esta agencia asigna más del 84% de todos los fondos federales destinados a la I+D industrial.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos gestiona, principalmente a través de los Institutos Nacionales de Salud, el 26% del presupuesto federal en I+D (29.000 M\$ en 2007). A diferencia del DOD, la mayor parte de estos fondos (16.000 M\$) se destina a investigación básica, ejecutada por universidades, hospitales y otras instituciones de investigación sin ánimo de lucro. El HHS se puede considerar una de las fuentes de financiación más importantes de las universidades, pues su aportación supone el 67% de todos los fondos federales de I+D destinados a estas instituciones.

La NASA, con un presupuesto de 8.100 M\$ es la tercera agencia por volumen de fondos destinados a la I+D. Aproximadamente un tercio de estos fondos se dirige a la financiación de actividades de I+D ejecutadas por la empresa, con un claro predominio de los proyectos de investigación básica y aplicada. La NASA también es la principal fuente de financiación de varias instalaciones federales, entre las que destacan el Centro de Investigación Ames en Silicon Valley (California) y el Centro de Vuelos Espaciales Marshall en Huntsville (Alabama) y un FFRDCs, el Laboratorio de Propulsión dependiente del Instituto de Tecnología de California.

Por la naturaleza de su actividad, el Departamento de Energía destina la mayor parte de sus fondos de I+D a sus propios laboratorios y a los FFRDCs. Estos últimos recibirían en 2007 el 68% de los 8.000 M\$ asignados al DOE, que se convierte así en la principal fuente de financiación de este tipo de organismos.

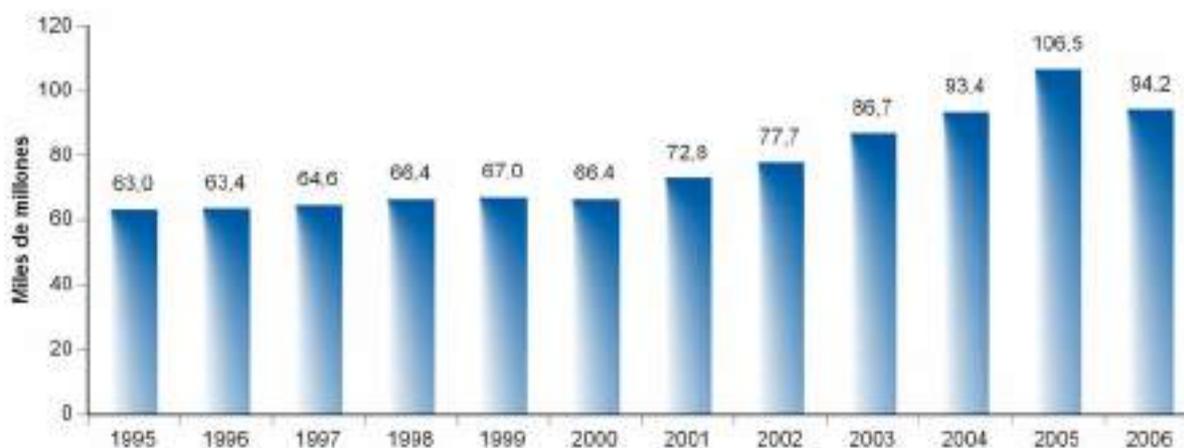
A diferencia de las otras agencias mencionadas, la NSF cubre un amplio espectro de áreas científico-tecnológicas. El presupuesto federal asignado a esta institución, que en 2007 alcanzaba los 4.000 M\$, se dirige, en un 85%, a proyectos llevados a cabo por universidades y se destina, principalmente, a la financiación de investigación básica.

El resto de la financiación pública a la I+D se distribuye entre varias agencias especializadas en áreas concretas, como son el Departamento de Agricultura (DOA), el Departamento de Comercio (DOC) y el Departamento de Interior (DOI). Estas agencias gestionan la mayor parte de sus fondos de I+D a través de laboratorios propios, como son el servicio de Investigación Agraria, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y el Observatorio Geológico de los Estados Unidos, respectivamente.

Los criterios de excelencia priman a la hora de adjudicar fondos públicos a las instituciones de enseñanza superior. Por esa razón, cerca del 80% de la I+D financiada por el gobierno se concentra en unas 100 universidades (aunque en todo el país existen unas 3.000). Esta cantidad supone el 60% de toda la investigación llevada a cabo en estas instituciones.

El presupuesto federal en I+D experimentó un crecimiento continuado durante los últimos años de la década de los 90 y primeros de los 2000, coincidiendo con una etapa de superávit presupuestario en Estados Unidos. Sin embargo, esta tendencia se interrumpe en 2006, como consecuencia del recorte presupuestario que sufren los Institutos Nacionales de Salud. Paralelamente, debido a la entrada en la guerra de Irak, los fondos de la DOD se orientan cada vez más hacia proyectos a corto plazo, en detrimento de la investigación. Pese a que la NASA ha mantenido su presupuesto estable, el proyecto del trasbordador espacial ha retraído también fondos de programas de I+D. ( AAAS, 2008).

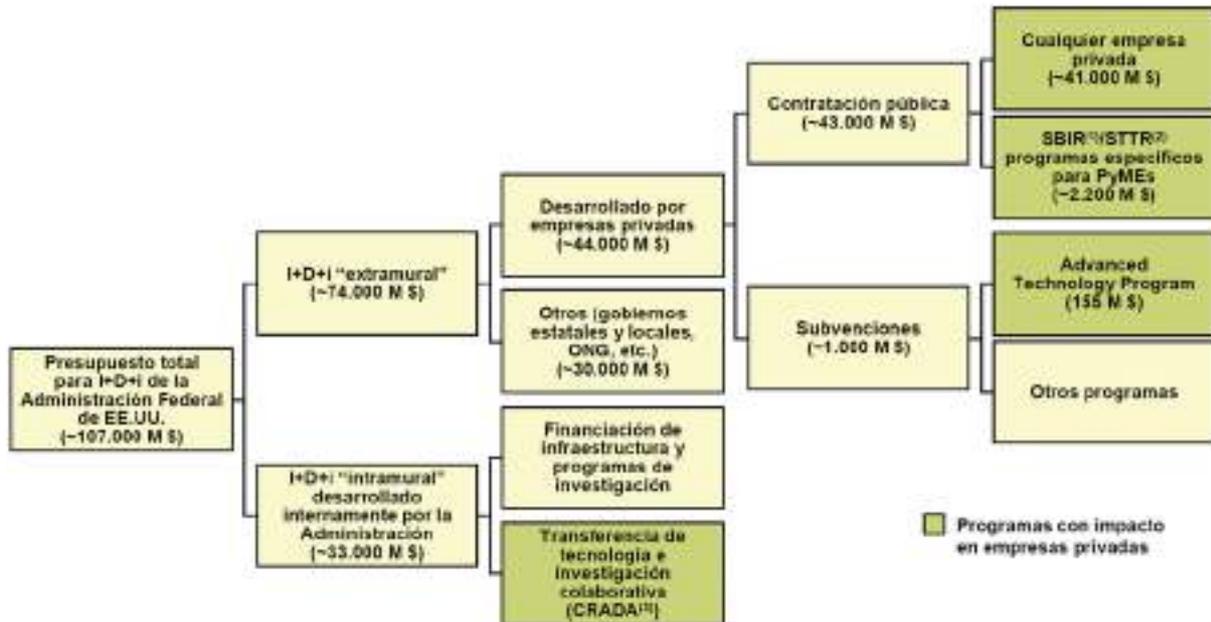
**Gráfico 25:** Evolución del presupuesto federal en I+D ejecutado. (Miles de millones \$)



Fuente: National Science Foundation (2008)

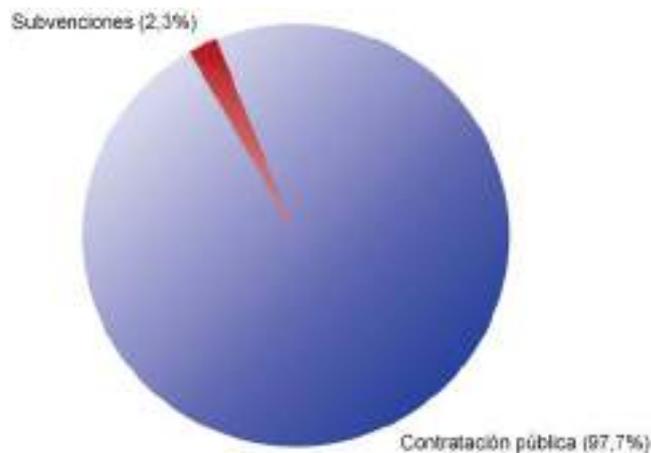
Como muestran los gráficos que se presentan a continuación alrededor del 97,7% de la I+D desarrollada por empresas privadas financiada con fondos públicos proviene de las compras públicas, siendo el 2,3% restante procedente de subvenciones. Estos datos reflejan que la política tecnológica estadounidense favorece la contratación frente a la subvención<sup>4</sup>.

**Gráfico 26:** Presupuesto federal en I+D. Distribución por destino de los fondos federales. EE.UU. 2005



Fuente: Boston Consulting Group (2006)

**Gráfico 27:** Distribución de fondos públicos destinados a I+D empresarial



Fuente: Elaboración propia

<sup>4</sup> Las ayudas fiscales suponen aproximadamente el 2,5% de la dotación federal para la industria para I+D+i y el 4% de la I+D empresarial (Boston Consulting Group, 2006).

Junto con el entramado institucional dependiente del gobierno federal, la política de I+D en los Estados Unidos también cuenta con importantes iniciativas individuales de cada Estado. En términos comparativos, el presupuesto federal es mucho más elevado que el conjunto de los estatales. Así, en 2004 la NSF calculó que estas dos cantidades alcanzaban 25,6 miles de millones de dólares y 165 millones, respectivamente.

Algunos Estados cuentan con sus propios programas para el fomento de la innovación e incluso conceden incentivos fiscales al sector privado. Uno de los ejemplos más recientes es la Iniciativa para la investigación y el desarrollo que promulgó el gobernador de California en 2006 con el objetivo de “financiar grandes proyectos que incrementen las ventajas competitivas de California en sectores innovadores, incluyendo las tecnologías limpias, la biotecnología y la nanotecnología” (Comisión Europea, 2008).

Aunque estas políticas estatales difieren entre ellas en su organización y en su esquema de funcionamiento, la mayor parte tiene un elemento común, como es la existencia de una agencia de innovación que fomenta la colaboración entre el gobierno, las universidades y la industria.

Las funciones propias de una agencia de innovación se organizan según tres modelos básicos: la integración en un departamento estatal de comercio; la creación de una unidad independiente de ciencia y tecnología o la designación de una institución sin ánimo de lucro, universidad o entidad pública (ver tabla 5).

**Tabla 5:** Ejemplos de agencias estatales de innovación

Departamentos estatales	Agencias de ciencia y tecnología	Organizaciones sin ánimo de lucro, universidades y entidades públicas
The Office of Strategic Technology (California Trade and Commerce Agency)	Oklahoma Centre for Advancement of Science and Technology	The Alaska Science and Technology Foundation
Massachusetts Economic Development Department	Tennessee’s Science and Technology Office	Indiana Business Modernisation and Technology Corporation
The Michigan Economic Development Authority	The Utah Office of Technology Development	Georgia Research Alliance
Office of Advanced Technology (Texas Department of Commerce)	The Washington Technology Centre	Minnesota Technology, Inc.
NC Board of Science and Technology (Department of Commerce)		New York State Science and Technology Foundation
Maine Office of Innovation (Department of Economic and Community Development)		Utah Technology Finance Corporation

Fuente: Comisión Europea (2007)

Los programas estatales de cooperación tecnológica suelen incluir a centros tecnológicos relacionados con la universidad y con la empresa, ya sea para fomentar el desarrollo de proyectos conjuntos entre los dos ámbitos o para facilitar el acceso a equipos e infraestructuras. Otros instrumentos incorporados en buena parte de los programas estatales son el capital riesgo, las incubadoras de empresas, las actividades relacionadas con la educación y las medidas de asistencia técnica para la industria. Habitualmente estos programas se financian con cargo a los presupuestos de cada Estado, aunque el mantenimiento y creación de infraestructuras tecnológicas suele estar financiado por emisiones de deuda pública estatal o por los ingresos provenientes de las tasas aplicadas al juego y a las loterías (Comisión Europea, 2007a).

## **6.b. Los Centros de I+D con financiación federal (FFRDCs)**

La aparición de los FFRDCs está ligada a la necesidad de contar con infraestructuras y organismos dedicados a la investigación en áreas de interés público pero con un esquema de funcionamiento que asegure su independencia de las agencias federales que los financian. Por esa razón, estos centros están gestionados por agentes independientes, ya sean universidades, empresas privadas o instituciones sin ánimo de lucro (ver tabla 6).

La red de FFRDCs, formada por 36 centros repartidos por todo el territorio de Estados Unidos, permite concentrar recursos públicos en proyectos de investigación de gran envergadura, en áreas como la física de altas energías (Fermi National Accelerator Laboratory), la medicina (National Cancer Institute at Frederick, ubicado en una base militar en Maryland) o la astronomía (National Astronomy and Ionosphere Center). Los centros con mayores presupuestos son Los Alamos National Laboratory, Sandia National Laboratories, Jet Propulsion Laboratory y Lawrence Livermore National Laboratory, que en conjunto concentran más de la mitad del presupuesto total asignado a los FFRDCs.

La actividad de los FFRDCs también responde a la necesidad de salvaguardar los aspectos de seguridad nacional inherentes a ciertas áreas de investigación. Por ese motivo, tradicionalmente han sido los Departamentos de Defensa y de Energía los que más fondos han destinado a la financiación de estos Centros. En concreto, el Departamento de Defensa es el mayor proveedor de fondos, estando presente en 16 FFRDCs.

Tabla 6: Centros de I+D financiados con fondos federales. 2005

	Presupuesto en I+D (miles \$)	Fondos federales (%)	Agencia promotora	Ubicación
Total centros financiados	13.249.816	97,3		
Administrados por universidades	7.821.054	97,9		
Ames Laboratory	29.293	100,0	Departamento de Energía	Ames, IA
Argonne National Laboratory	482.051	89,5	Departamento de Energía	Argonne, IL
Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory	482.672	88,1	Departamento de Energía	Berkeley, CA
Fermi National Accelerator Laboratory	323.153	100,0	Departamento de Energía	Batavia, IL
Jet Propulsion Laboratory	1.606.409	100,0	NASA	Pasadena, CA
Lawrence Livermore National Laboratory	1.456.368	98,5	Departamento de Energía	Livermore, CA
Lincoln Laboratory	627.201	99,3	DOD, Department of the Air Force	Lexington, MA
Los Alamos National Laboratory	2.101.211	99,3	Departamento de Energía	Los Alamos, NM
National Astronomy and Ionosphere Center	13.831	88,6	NSF	Arecibo, PR
National Center for Atmospheric Research	135.893	96,2	NSF	Boulder, CO
National Optical Astronomy Observatory	47.845	100,0	NSF	Tucson, AZ
National Radio Astronomy Observatory	52.023	98,4	NSF	Green Bank, WV
Princeton Plasma Physics Laboratory	81.803	99,3	Departamento de Energía	Princeton, NJ
Software Engineering Institute	62.262	95,5	DOD, Office of the Secretary of Defense	Pittsburgh, PA
Stanford Linear Accel Center	205.690	100,0	Departamento de Energía	Stanford, CA
Thomas Jefferson National Accelerator Facility	113.349	99,3	Departamento de Energía	Newport News, VA
Administrados por empresas	2.611.774	97,4		
Idaho National Engineering and Environmental Laboratory	232.289	93,4	Departamento de Energía	Idaho Falls, ID
National Cancer Institute at Frederick	334.400	100,0	NIH	Frederick, MD
Sandia National Laboratory	1.946.435	97,3	Departamento de Energía	Albuquerque, NM
Savannah River Technology	98.650	100,0	Departamento de Energía	Aiken, SC
Administrados por instituciones sin ánimo de lucro	2.816.988	2.687.276		
Aerospace FFRDC	32.500	14.500	DOD, Department of the Air Force	El Segundo, CA
Arroyo Center	28.152	28.152	DOD, Department of the Army	Santa Monica, CA
Brookhaven National Laboratory	483.039	464.439	Departamento de Energía	Upton, NY
C3I FFRDC	37.213	13.900	DOD, Office of the Secretary of Defense	Bedford, MA/McLean, VA
Center for Advanced Aviation System Development	6.429	3.378	FAA	McLean, VA
Center for Naval Analyses	83.837	73.099	DOD, Department of the Navy	Alexandria, VA
Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses	16.615	15.732	Nuclear Regulatory Commission	San Antonio, TX
Institute for Defense Analyses Communications and Computing	50.800	100,0	National Security Agency	Alexandria, VA
Institute for Defense Analysis Studies	118.600	100,0	DOD, Office of the Secretary of Defense	Alexandria, VA
Internal Revenue Service FFRDC	4.802	100,0	IRS	McLean, VA
National Defense Research Institute	25.747	100,0	DOD, Office of the Secretary of Defense	Santa Monica, CA
National Renewable Energy Laboratory	211.323	97,7	Departamento de Energía	Golden, CO
Oak Ridge National Laboratory	897.252	97,0	Departamento de Energía	Oak Ridge, TN
Pacific Northwest National Laboratory	779.522	97,0	Departamento de Energía	Richland, WA
Project Air Force	35.742	100,0	DOD, Department of the Air Force	Santa Monica, CA
Science and Technology Policy Institute	5.415	100,0	NSF	Washington, DC

Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

## 6.c. Programas públicos para el fomento de la innovación empresarial

Desde 1952, las políticas públicas dirigidas a las compañías consideradas “small business” (aquellas que cuentan con menos de 500 empleados) son gestionadas por la U.S. Small Business Administration (SBA), una oficina independiente que coordina dos programas de referencia: el Small Business Innovation Research Programm (SBIR), y el Small Business Technology Transfer Program (STTR).

La aprobación en 1982 de la Ley para el desarrollo de la innovación en la pequeña empresa permitió la articulación de mecanismos de financiación pública para el fomento de la I+D empresarial por dos vías: la creación y consolidación de compañías a partir de la tecnológica (programa SBIR, vigente desde 1982) y la transferencia de conocimiento entre centros públicos de investigación y empresas (programa STTR, creado en 1992).

El esquema de funcionamiento de estos dos programas es muy similar. En ambos casos la SBA es la encargada de coordinar las convocatorias trimestrales de todas las agencias participantes, difundir información sobre los programas y efectuar su seguimiento. Por su parte, son las propias agencias federales y departamentos gubernamentales los que destinan parte de sus presupuestos de I+D a la financiación de proyectos relacionados con su ámbito de actividad pero llevados a cabo según el esquema del SBIR o del STTR.

En el caso del SBIR, son once las agencias que participan y reservan parte de su presupuesto para financiar proyectos empresariales (los Departamentos de Agricultura; Comercio; Defensa; Educación; Energía; Sanidad; Seguridad y Transportes; la Agencia de Protección Medioambiental, la NASA y la NSF). De la misma manera, en el programa STTR están involucrados el Departamento de Defensa, el de Energía, el de Sanidad, la NASA y la NSF, en este caso para financiar proyectos en los que participen conjuntamente empresas y centros de investigación sin ánimo de lucro (incluidas las universidades y los FFRDCs)<sup>5</sup>.

Estas agencias son las encargadas de designar las prioridades temáticas y de seleccionar las propuestas a financiar. El sistema administrativo de la SBA es muy flexible, de manera que se asegura, por un lado, la adecuación del programa a los objetivos específicos de cada agencia, y, por otro, la selección de las propuestas más interesantes según el grado de desarrollo de cada tecnología en un momento concreto (Wessner, 2003).

La alta descentralización en la gestión administrativa de ambos programas se unifica con un esquema homogéneo de funcionamiento, común a todas las agencias y que consta de tres etapas: la fase de lanzamiento (fase I), la fase de prototipo (fase II) y la fase de comercialización (fase III). Cada agencia evalúa las solicitudes recibidas basándose en la calidad del proyecto empresarial, el grado de innovación, el avance tecnológico y el potencial de mercado. Los solicitantes que son seleccionados tras un proceso muy competitivo<sup>6</sup>, pasan entonces a formar parte del programa, aunque sólo podrán

---

<sup>5</sup> La legislación establece que las agencias federales con gastos de I+D externos superiores a los 100 millones de dólares deben reservar un porcentaje fijo de dichos gastos para el programa SBIR. Este porcentaje ha variado a lo largo de la vida del programa, estando establecido en el 2,5% desde 1997. Para el caso del programa STTR, el umbral de participación para las agencias es de 1.000 millones de dólares y el porcentaje de reserva de fondos se fijó en 2004 en un 0,3%.

<sup>6</sup> Wessner (2003) apunta que, para el caso del SBIR, tan sólo el 12 o el 14% de las propuestas consiguen subvenciones para acometer la fase I del programa. De éstas, aproximadamente un 40% recibe fondos para la fase II.

recibir la totalidad de las subvenciones disponibles si superan las tres etapas mencionadas.

En la fase de lanzamiento se conceden subvenciones por un máximo de 100.000 dólares, destinados a realizar el análisis de la viabilidad tecnológica del proyecto. Esta fase tiene una duración aproximada de seis meses para el SBIR y un año para el STTR y permite comprobar el buen funcionamiento de las empresas y sus socios antes de otorgar más subvenciones.

Los proyectos que superan la fase de lanzamiento pasan al desarrollo del prototipo en la fase II. En este caso las ayudas concedidas pueden llegar a los 750.000 dólares para un periodo de unos dos años. Durante este tiempo se desarrolla el proyecto de I+D, al tiempo que la agencia que financia el programa evalúa las posibilidades comerciales del negocio.

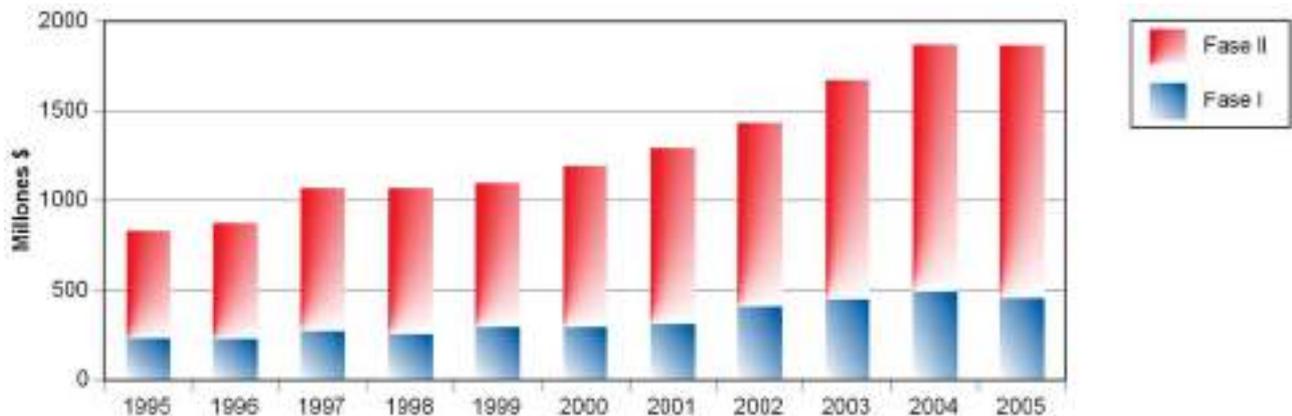
Una vez fabricado un prototipo, la fase III se ocupa de su comercialización. A diferencia de las anteriores, en esta etapa no se conceden subvenciones, sino que es la propia empresa la encargada de buscar financiación, ya sea procedente del sector privado o de otras agencias federales que no participan en el SBIR. En todo caso, si la calidad del proyecto y su contenido se adaptan a los objetivos de la agencia promotora del proyecto, la fase III también permite prolongar la relación entre ésta y la empresa beneficiaria, bien sea por medio de proyectos de I+D o a través de contratos de producción no subvencionados por SBIR o por STTR.

**Tabla 7:** La aportación del SBIR al sistema de innovación de los EE.UU.

- Se ocupa de los problemas que se plantean en las primeras etapas de financiación de la innovación.
- Estimula la creación de compañías con vocación innovadora, a menudo procedentes de la universidad.
- Fomenta la competitividad, ya que las empresas que obtienen las ayudas deben superar controles científicos y comerciales muy rigurosos. Esto contribuye a atraer capital privado.
- Las subvenciones son limitadas en tiempo y cuantía, lo que evita la dependencia a largo plazo de los fondos públicos.
- Es un programa de coste relativamente bajo y alta eficacia, ya que fomenta la comercialización de los resultados mediante contratos públicos o ventas en el sector privado. El impacto de la subvención aumenta cuando se atrae capital privado.
- Reduce la incertidumbre de las empresas, ya que se trata de un esquema estable, cuya continuidad está garantizada (en 2000 se revalidó su vigencia hasta 2008). Cada agencia federal reserva un porcentaje fijo de fondos sobre su presupuesto anual. Si el presupuesto aumenta, los fondos destinados al SBIR también lo hacen.
- Los resultados de los proyectos empresariales contribuyen a que las agencias federales cumplan sus objetivos con costes más bajos.

Hasta 2005, el programa SBIR había concedido subvenciones por un valor superior a los 19.000 millones de dólares, destinados a 89.000 proyectos en áreas tan diversas como electrónica e informática, servicios de información y comunicaciones, materiales, energía y aplicaciones de ciencias de la vida. Por lo que respecta al STTR, desde 1994 hasta 2005 se habían concedido subvenciones por un total de 1.040 millones de dólares, destinados a 5.000 proyectos de cooperación entre empresas y centros de investigación.

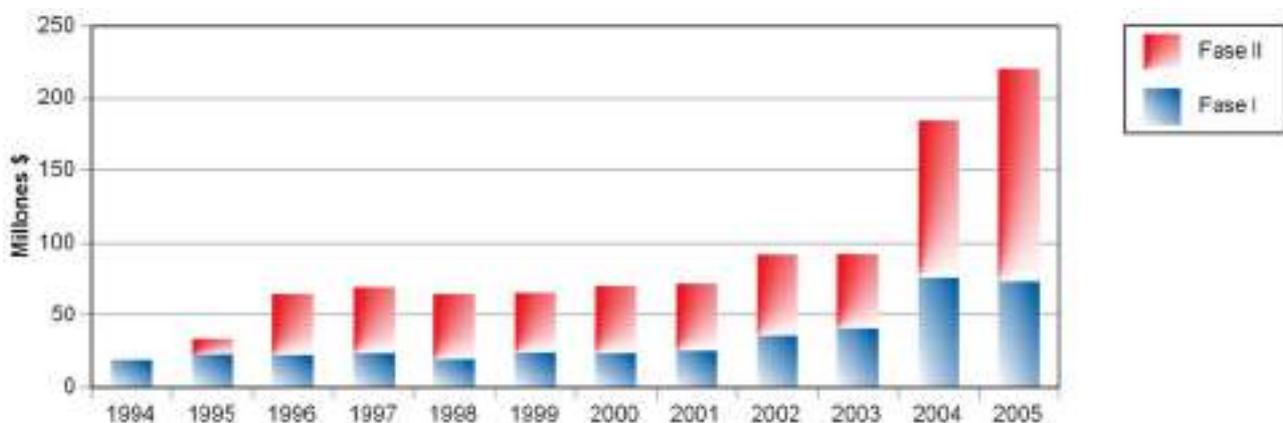
**Gráfico 28:** Programa SBIR. Subvenciones concedidas



Fuente: National Science Foundation (2008)

La tendencia alcista de los fondos distribuidos (ver gráficos 28 y 29) es el resultado del incremento del porcentaje de reserva de fondos establecido para las agencias promotoras y del crecimiento continuo del presupuesto de dichas agencias. A este respecto, la actuación de los Departamentos de Defensa y de Sanidad es especialmente relevante pues ambos han sido responsables por término medio del 75% del presupuesto total de ambos programas durante el periodo 1994-2005.

**Gráfico 29:** Programa STTR. Subvenciones concedidas



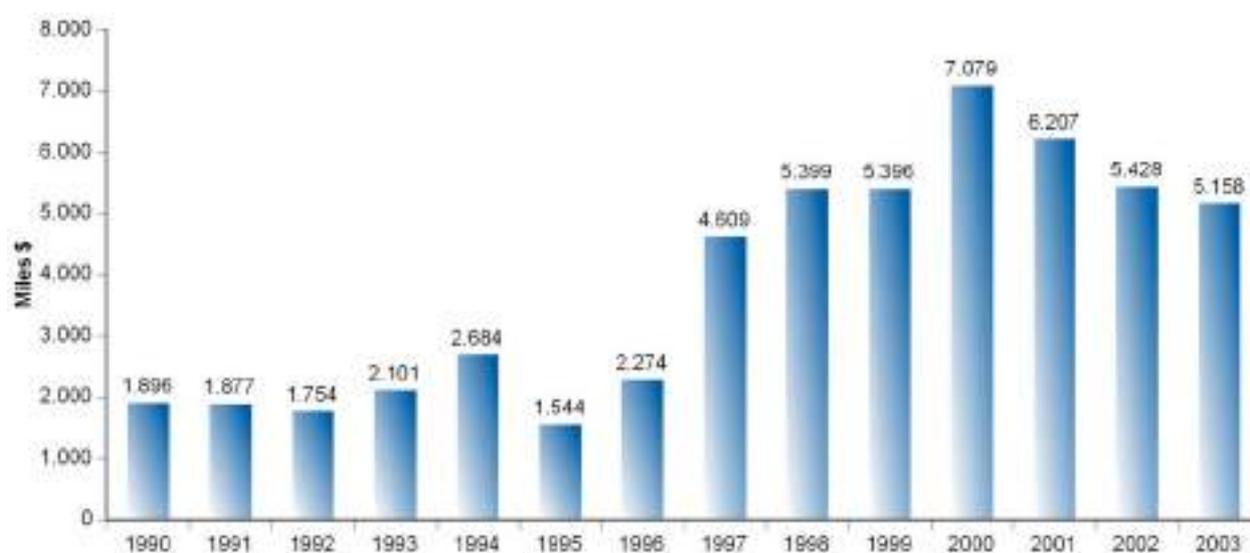
Fuente: National Science Foundation (2008)

Otro programa dirigido a la financiación de la innovación empresarial es el Advanced Technology Programme (ATP), gestionado por el Instituto de Estándares y Tecnología (NIST) del Departamento de Comercio. Con el objetivo de fomentar la colaboración público-privada y la difusión de tecnologías avanzadas, este programa se dirige a las empresas involucradas en actividades de I+D, ya sea a título individual o bajo la forma de joint ventures. La ayuda financiera consiste en subvenciones dirigidas a co-financiar los costes de industrialización del conocimiento generado en el laboratorio, es decir, no cubre costes de comercialización. Con este objetivo, hasta 2004 el ATP había concedido cerca de 2.000 millones de dólares a proyectos tecnológicos de alto riesgo relacionados con cinco áreas: materiales avanzados, biotecnología, electrónica, tecnologías de la información y tecnologías de la producción. En estos proyectos han participado más de 1.500 organizaciones, entre las que se incluyen empresas consolidadas, empresas de nueva creación, universidades y otros centros de investigación sin ánimo de lucro. El ATP, que entró en vigor en 1988 al amparo de la Ley Ómnibus de Comercio y Competitividad, ha estado vigente hasta 2006, último año en el que se asignó presupuesto para este programa.<sup>7</sup>

#### 6.d. Incentivos fiscales a la I+D (R&D tax credits)

El gobierno federal de los Estados Unidos aplicó por primera vez los incentivos fiscales a la I+D en 1981, convirtiéndose así en el país que ofrecía las mayores bonificaciones a la empresa por este tipo de actividad. Estos incentivos, denominados Research and Experimentation (R&E) tax credits, consisten en una deducción que se aplica a la carga tributaria anual de la empresa y se calcula teniendo en cuenta el gasto incremental en I+D respecto a periodos anteriores. En 2007 existían tres modalidades diferentes: el sistema tradicional, el sistema alternativo incremental y el sistema alternativo simplificado.

**Gráfico 30:** Incentivos fiscales a la I+D en Estados Unidos (R&E tax credits). Solicitudes a precios constantes de 2000



Fuente: National Science Foundation (2008)

<sup>7</sup> Tras la aprobación de la Ley COMPETES en agosto de 2007, el programa ATP ha sido sustituido por el Programa de Innovación Tecnológica, también gestionado por el NIST.

El sistema tradicional contempla una deducción del 20% aplicado sobre el gasto anual en I+D que supere una base mínima previamente determinada. Esta base se calcula aplicando un porcentaje fijo asignado a cada empresa (resultante de dividir los gastos en I+D durante el periodo 1984-1988 entre los ingresos obtenidos en esos mismos años) a la media de los ingresos obtenidos en los cuatro años anteriores al año fiscal actual. En todo caso, la base mínima no puede ser inferior al 50% de los gastos en I+D elegibles para el año fiscal en curso.

El sistema alternativo incremental (*alternative incremental research credit, AIRC*) fue aprobado por el Congreso en 1996 y está diseñado para empresas que realizan importantes gastos en I+D pero no pueden aplicar el sistema tradicional debido al método de cálculo de la base mínima. La deducción se calcula en tres tramos, cada uno de los cuales aplica un porcentaje diferente (que para 2007 están establecidos en el 5%, 4% y 3%) a una base. En el primer tramo, la base será igual a los gastos en I+D que superen el 2% de la media de los ingresos obtenidos en los cuatro años anteriores al año fiscal. En el segundo tramo, se consideran los gastos en I+D que se encuentren entre el 1,5% y el 2% y para el tercer tramo, el porcentaje de deducción se aplica sobre los gastos en I+D que superen el 1% pero estén por debajo del 1,5% de la misma cuantía de referencia.

El sistema alternativo simplificado entró en vigor en 2007 y permite una deducción del 12% de los gastos en I+D que superen el 50% de la media de gasto en I+D correspondiente a los tres años anteriores al ejercicio fiscal. Si la empresa no ha efectuado gastos en I+D durante los tres años anteriores, la deducción consiste en el 6% de los gastos del año actual. Como novedad importante, este sistema no tiene en cuenta los ingresos de la empresa, sino que se centra en su trayectoria en I+D.

Los tres sistemas consideran gastos en I+D elegibles los salarios y suministros dedicados a la investigación; los costes atribuibles al uso compartido de equipos informáticos y el 65% de los gastos correspondientes a investigación subcontratada, incluidos los pagos a subcontratistas extranjeros. La normativa federal también determina que los proyectos de I+D deben tener naturaleza tecnológica, incluir procesos de experimentación y estar dirigidos al desarrollo de nuevos componentes del negocio del beneficiario o mejorar los existentes<sup>8</sup>.

A partir de esta definición, es la propia empresa la que determina su gasto en I+D y lo declara ante el *Internal Revenue Service* (IRS), el organismo dependiente del Departamento del Tesoro encargado de la gestión de los impuestos federales. Tras la presentación de la solicitud, el IRS puede comprobar lo declarado por una empresa mediante auditorías.

Además, la empresa también se puede beneficiar de bonificaciones fiscales a la financiación de la investigación ejecutada por las universidades y otras organizaciones científicas sin ánimo de lucro (*Basic University Research Credit*), consistentes en deducciones del 20% sobre la diferencia del importe pagado en el año en curso y los años anteriores, con ciertas limitaciones. El mismo porcentaje se aplica a los pagos efectuados para la formación de consorcios de investigación en energía (*Energy Research Credit*), aunque en este caso el sistema no es incremental, sino que la deducción se aplica a la totalidad del gasto efectuado en el año fiscal en curso.

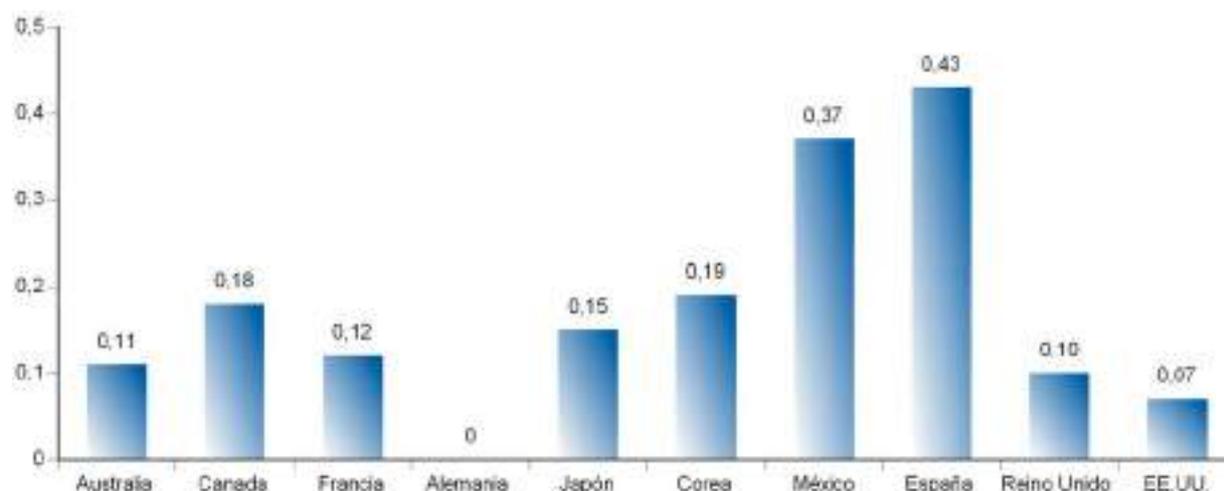
---

<sup>8</sup> Estados Unidos no se basa en el Manual de Frascati para definir el concepto de gasto en I+D, de manera que no se utilizan referencias a estándares contables. La definición de gastos en I+D a efectos fiscales ha evolucionado a lo largo del tiempo, de acuerdo con la perspectiva de los diferentes gobiernos. La definición actual se recoge en el Internal Revenue Code (IRC), sección 41.

Junto al régimen federal de incentivos fiscales a la I+D, en numerosos Estados existen sistemas paralelos, generalmente basados en el modelo federal, pero con ciertas variaciones. En algunos casos se elimina el concepto de incentivo incremental, de manera que la deducción se aplica a la totalidad del gasto en I+D, como ocurre en Hawái y Virginia del Oeste. En otros, como Massachusetts, Connecticut o Maryland, existe un sistema que combina el incentivo incremental y el no incremental. Las estadísticas muestran que los sistemas estatales han evolucionado hacia niveles de rebaja fiscal más altos, tanto por la cantidad de Estados que ofrecen estas bonificaciones, como por la intensidad (Wilson, 2005b). A este respecto, algunos autores han detectado cierta competencia estatal basada en los incentivos a la I+D, que provoca el desplazamiento de actividades de esta naturaleza hacia los Estados más generosos<sup>9</sup>.

De hecho, los sistemas estatales proporcionan, en cierto modo, el dinamismo del que carece el modelo federal, ya que el esquema estadounidense de incentivos fiscales a la I+D, que en su día fue pionero en el mundo, ha quedado en la primera década del siglo XXI desbancado por sistemas mucho más generosos, hasta ocupar en 2004 el lugar 17º en el ranking de los sistemas fiscales en relación con la I+D vigentes en los países de la OCDE<sup>10</sup>.

**Gráfico 31:** Índice de generosidad fiscal a la I+D de los sistemas de algunos países de la OCDE<sup>11</sup>



Fuente: citado en Atkinson (2007) a partir de Warda (2006)

Desde el ámbito de la industria, las principales críticas que recibe el sistema federal de incentivos fiscales a la I+D son su carácter no continuo (el Congreso debe aprobar cada año su extensión para el ejercicio fiscal siguiente, lo que implica cierta incertidumbre para la empresa) y la naturaleza incremental de los sistemas de rebaja fiscal (lo que crea desigualdades según el tipo de empresa de la que se trate).

<sup>9</sup> Wilson (2005a) encuentra evidencia para Estados Unidos de que un descenso de los costes netos (incluidos los impuestos) de la I+D en un Estado repercute negativamente en el gasto medio ejecutado en otros.

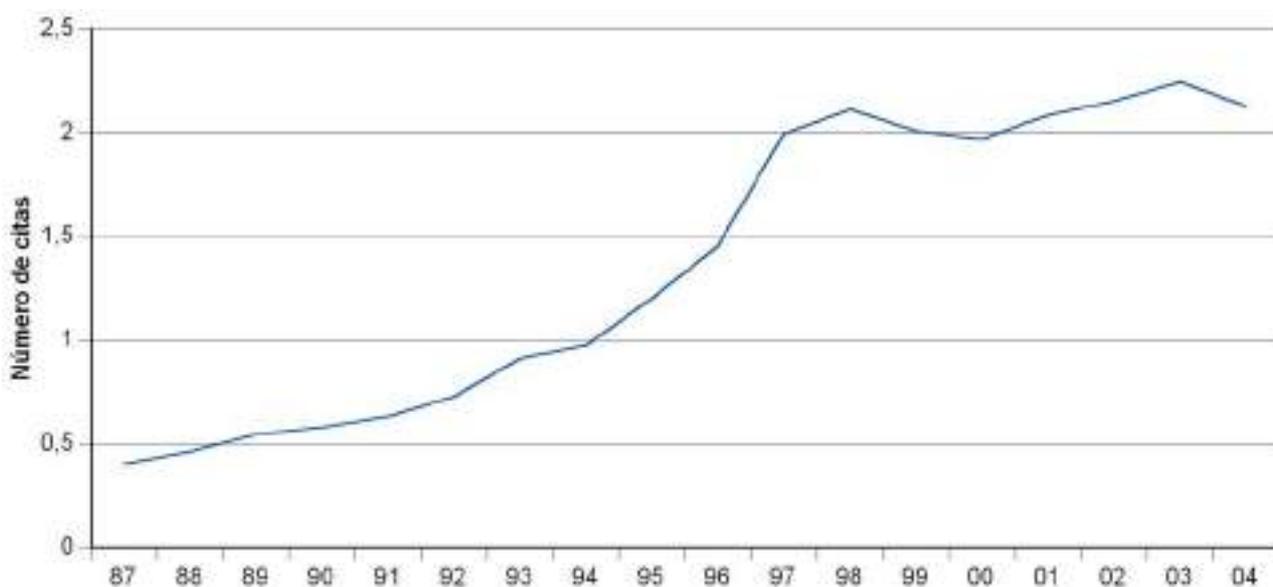
<sup>10</sup> Atkinson (2006) señala que esta pérdida de competitividad internacional del sistema de beneficios fiscales de Estados Unidos se debe, por un lado, a la aparición de modelos muy ventajosos en países de la OCDE, como es el caso de España, y, por otro, a las medidas restrictivas que aprobó el gobierno federal en la década de los 80 (como la reducción del porcentaje de deducción del 25 al 20%).

<sup>11</sup> Warda (2006) elabora un índice de generosidad fiscal teniendo en cuenta el tratamiento que reciben las inversiones relacionadas con la innovación (gastos en I+D, patentes, formación de los recursos humanos, software y cambio organizativo) en diferentes países de la OCDE. Este autor distingue si dichas inversiones son consideradas gasto o inversión (sujeta a depreciación) y si existen mecanismos que alivien la carga fiscal de las empresas ejecutoras.

## 7. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Estados Unidos ha sido siempre un paradigma en la transferencia de resultados desde el laboratorio a la industria. Probablemente el dato que mejor refleja esta realidad es el siguiente: cerca de las dos terceras partes de los artículos de investigación citados en las patentes registradas por empresas estadounidenses provienen de investigaciones financiadas con fondos públicos, llevadas a cabo en universidades prestigiosas e instituciones afines y cuyos resultados han sido publicados en las más prestigiosas revistas científicas (Narin et al, 1997). Como se puede observar en el gráfico 32, la referencia a trabajos de investigación en las patentes ha seguido una tendencia creciente en los últimos años.

**Gráfico 32:** Evolución de las citas de publicaciones científicas en las patentes de EE.UU. (número medio de citas por patente)



Fuente: National Science Foundation (2006).

Más evidencia empírica acerca de esta fluida relación entre investigación básica y resultados empresariales se puede encontrar en hechos recientes. Algunos autores (Pavitt, 2000) destacan que el gran impulso que han recibido las tecnologías relacionadas con la biotecnología ha sido consecuencia, por un lado, de los descubrimientos básicos en el campo de la biología molecular y, por otro, de los cuantiosos fondos asignados por el Congreso de los Estados Unidos a los Institutos Nacionales de Salud (NIH), complementados con fondos procedentes de otras agencias y de fundaciones privadas. El resultado de estos dos factores ha sido el liderazgo de la industria estadounidense en la investigación biomédica y la creación de empresas estrechamente relacionadas con la universidad. De manera similar, la importante confluencia de fondos públicos procedentes de la NSF y de la NASA ha sido clave para el desarrollo de la ingeniería de software en este país.

El funcionamiento actual de los mecanismos de transferencia de conocimiento desde el ámbito público al privado se explica, en gran parte, por la respuesta del Gobierno estadounidense a las cir-

cunstancias económicas imperantes en las décadas de los 70 y los 80. En esos años Estados Unidos registró tasas de crecimiento inferiores a lo que venía siendo habitual, al tiempo que cedió cuota de mercado a favor de nuevos competidores asiáticos. La pérdida del liderazgo tecnológico en industrias clave como acero, automóviles, electrónica de consumo y semiconductores, promovió una serie de modificaciones legislativas sobre varios aspectos relacionados con el proceso de innovación (ver tabla 8). Entre todas las leyes aprobadas durante los años 80, la ley Bayh-Dole puede considerarse la clave para entender la fluidez de las relaciones actuales entre la investigación pública y la industria.

**Tabla 8:** Principales leyes federales de los Estados Unidos relacionadas con la cooperación tecnológica y la transferencia de tecnología

- **Ley Stevenson-Wydler de Innovación Tecnológica (1980).** Exige a los laboratorios federales que faciliten la transferencia de tecnología de origen y propiedad federales a los gobiernos de los Estados, a los gobiernos locales y al sector privado. La ley incluye el requisito de que cada laboratorio federal gaste un porcentaje determinado de su presupuesto de investigación y desarrollo en actividades de transferencia y prevé la creación de una Oficina de Aplicaciones de Investigación y Tecnología (ORTA) para facilitar dicha transferencia.
- **Ley Bayh-Dole de Patentes de las Universidades y Pequeñas Empresas (1980).** Permite que quienes reciben subvenciones y contratos del gobierno mantengan la titularidad de los inventos financiados con fondos federales y anima a las universidades a que concedan licencias sobre sus inventos a la industria. La ley está concebida para favorecer la interacción entre los centros académicos y la comunidad empresarial. Permite, entre otras cosas, que quienes obtienen contratos financiados con fondos federales de I+D mantengan la titularidad de los inventos, si se trata de pequeñas empresas, universidades o instituciones sin fines de lucro.
- **Ley de Desarrollo de la Innovación en las Pequeñas Empresas (1982).** Crea el Programa de Investigación para la Innovación en las Pequeñas Empresas (SBIR), dentro de los principales organismos federales de I+D, con el fin de incrementar los fondos federales destinados a la investigación que ofrezca posibilidades de comercialización, en el sector de las pequeñas empresas de alta tecnología.
- **Ley Nacional de Investigación Cooperativa (1984).** Suaviza las sanciones antimonopolio en la investigación cooperativa, instituyendo daños únicos (en lugar de triples) para las violaciones antimonopolio en la investigación cooperativa. La ley prevé también la aplicación de una norma "razonable" para evaluar las posibles violaciones antimonopolio en la investigación cooperativa, en contraste con la norma "per se", en virtud de la cual, cualquier colusión en I+D era automáticamente una violación, independientemente de la determinación del perjuicio económico.
- **Ley Federal de Transferencia de Tecnología (1986).** Modifica la ley Stevenson-Wydler de Innovación Tecnológica, autorizando acuerdos de I+D cooperativa (CRADA) entre los laboratorios federales y otras entidades, incluyendo los organismos de los estados.
- **Ley "Omnibus" de Comercio y Competitividad (1988).** Crea un Consejo de Política de Competitividad, destinado a fortalecer la competitividad industrial de EE.UU. y, además, diversos programas (por ejemplo, el Programa de Tecnología Avanzada en los centros tecnológicos de producción), radicados en el Instituto Nacional de Normas y Tecnología del Departamento de Comercio, y concebidos para acelerar el desarrollo, la comercialización y la aplicación de nuevas tecnologías prometedoras y para mejorar las técnicas de fabricación en las empresas pequeñas y medianas.

- **Ley Nacional de Transferencia de Tecnología y Competitividad (1989).** Forma parte de las disposiciones de autorización del Departamento de Defensa, y modifica la ley Stevenson-Wydler para permitir que los laboratorios propiedad del gobierno, que funcionan bajo contrato, alcancen acuerdos de cooperación en I+D.
- **Ley Nacional de Investigación Cooperativa y Producción (1993).** Suaviza las restricciones existentes sobre la cooperación empresarial en actividades productivas, permitiendo a los participantes en joint ventures de I+D trabajar conjuntamente en la aplicación de tecnologías que han sido desarrolladas por ellos mismos
- **Ley de Transferencia de Tecnología y Comercialización (2000).** Modifica las leyes de Stevenson-Wydler y Bayh-Dole con el fin de mejorar la capacidad de las agencias federales para conceder licencias sobre las invenciones de su propiedad

Fuente: Wessner y Shivakumar (2002) y National Science Foundation (2007)

## 7.a. La Ley Bayh-Dole

La Ley de Patentes de las Universidades y Pequeñas Empresas, promulgada por los senadores Bayh y Dole y aprobada en 1980, supuso un punto de inflexión en la transferencia de los resultados de la investigación financiada, total o parcialmente, con fondos federales. La necesidad de promover por ley la explotación de estos resultados era evidente a finales de la década de los 70, cuando el Gobierno, a través de sus agencias y departamentos, mantenía todos los derechos de propiedad sobre la investigación que financiaba, siendo titular de 28.000 patentes, de las que sólo un 5% habían sido cedidas bajo contratos de licencia a la industria (Proton Europe, 2007).

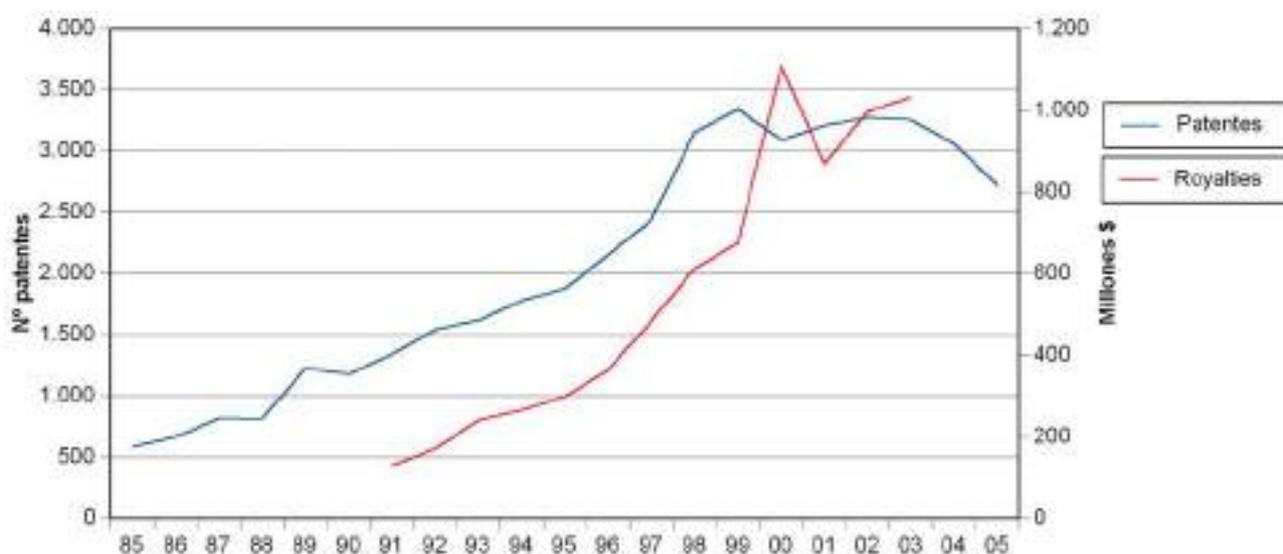
El instrumento en el que se apoya esta ley es el sistema de patentes. Las organizaciones que desarrollan el proyecto de investigación, ya sean universidades, hospitales, empresas (por ejemplo las beneficiarias del programa SBIR) o institutos de investigación, reciben los derechos de propiedad sobre los resultados obtenidos. A su vez, estas organizaciones están obligadas a comunicar a la agencia que ha financiado el proyecto todas las innovaciones conseguidas y a decidir en el plazo de dos años si van a patentar dichos resultados o si, en caso contrario, ceden a la agencia federal la propiedad de los mismos. Si deciden patentar, deben cumplimentar los trámites de registro antes de un año, asumiendo todos los gastos del procedimiento administrativo. Como titulares de la patente, son también las beneficiarias de los royalties derivados de su comercialización.

Pese a este cambio de titularidad sobre los derechos de explotación que introduce la Ley, el Gobierno mantiene algunas limitaciones con el objetivo de garantizar una correcta difusión de los resultados. Así, a la hora de ceder licencias, se debe priorizar a las empresas con menos de 500 empleados, con la excepción de aquellas que hayan participado en la investigación, que tienen prioridad sobre el resto. Por otra parte, el Gobierno puede adquirir los derechos de explotación de la patente, en casos en los que, transcurrido un periodo de tiempo razonable, no se hayan concedido licencias a ninguna compañía.

También se garantiza la adecuada utilización de los ingresos obtenidos a partir de la patente, que han

de ser compartidos con los inventores individuales según los acuerdos previos firmados con la institución a la que pertenecen. Los beneficios restantes han de ser reinvertidos por la propia organización en actividades de investigación o formación.

**Gráfico 33:** Evolución de las patentes solicitadas por universidades en EE.UU. y de los royalties generados por las mismas (número de patentes y millones de \$)



Fuente: National Science Foundation (2008) y elaboración propia

La Ley Bayh-Dole ha supuesto un crecimiento exponencial del número de patentes registradas por instituciones académicas (ver gráfico 33), si bien es cierto que este incremento proviene, en gran parte, de las instituciones más dinámicas (el 80% de las patentes concedidas desde 1987 pertenecen al grupo de las 100 universidades con mayor número de patentes) y de las tecnologías relacionadas con la biomedicina (una de cada tres patentes registradas en 2003 pertenecía a las áreas de ciencias de la vida y biotecnología).

Otros efectos de la Ley Bayh-Dole se han dejado sentir en el número de empresas creadas a partir de proyectos universitarios (spin-off). Según un informe reciente que reúne datos sobre 228 oficinas vinculadas con la transferencia de tecnología desde el ámbito público al privado (AUTM, 2007), en 2005 se crearon 628 nuevas empresas procedentes de la universidad, con las que ya se contabilizarían más de 5.000 desde 1980. Desde el punto de vista de la industria, esta ley ha supuesto una garantía a la hora de acometer proyectos conjuntos con la universidad, ya que la propiedad sobre el conocimiento generado recaerá en la institución pública, que podrá ceder en exclusividad la explotación de la patente a su socio empresarial.

### 7.b. Las Oficinas de Transferencia de Tecnología

La concesión de los derechos sobre los resultados de la investigación también conlleva ciertas obligaciones, más aún teniendo en cuenta que la gestión de patentes es un proceso costoso que precisa

una gestión adecuada. Por esa razón la ley Bayh-Dole obliga a todas aquellas universidades y centros de investigación que reciban fondos federales a crear unidades administrativas de transferencia de tecnología para gestionar la explotación de la propiedad intelectual. Estas oficinas pueden tomar varias formas administrativas, adaptándose al funcionamiento y objetivos de la institución para la que trabajan. En muchas ocasiones también se unifican con las oficinas de captación de recursos para la investigación, denominadas “Offices of Sponsored Programmes”, dando lugar a unidades con objetivos más ambiciosos, como la búsqueda de oportunidades de negocio o el desarrollo corporativo.

Un reciente informe sobre transferencia de tecnología, centrado en el caso concreto de los Estados Unidos (Proton Europe, 2007), distingue los siguientes modelos de oficinas:

- **Modelo tradicional:** oficina administrativa integrada en la propia estructura de la institución. Gestiona la cesión de licencias a terceros (MIT Technology Licensing Office)
- **Modelo externo:** entidad externa que gestiona la explotación de la propiedad intelectual en nombre de la universidad (Wisconsin Alumni Research Foundation)
- **Modelo de negocio:** unidad de desarrollo de negocios para crear y reforzar relaciones de todo tipo entre la universidad y la empresa (Office of Corporate Relations, University of Wisconsin)
- **Modelo de negocio integrado:** unidad de desarrollo de negocios integrada con la función de gestión de licencias, con el fin de incrementar la financiación industrial de la investigación. (Office of Technology Development, Harvard School of Engineering and Applied Sciences)
- **Modelo de parque científico:** oficina que opera en el ámbito de un parque científico financiado y gestionado por una universidad con el fin de atraer y retener empresas en dicho parque, utilizando para ello la cesión de licencias (Centenal Campus, North Carolina State University)

Esta variedad de modelos indica que la transferencia de tecnología es un aspecto fundamental en el funcionamiento de cualquier institución de investigación y que su organización evoluciona hacia esquemas que permitan optimizar todos los flujos de conocimiento existentes entre el sector privado y el público. Encontrar el equilibrio entre un sistema que fomente la transferencia y respete la iniciativa privada parece ser el objetivo.

A este respecto, es significativo destacar los servicios de consultoría que presta el personal académico al sector privado. La normativa establece que estas tareas de asesoramiento privado deben ocupar el 20% del tiempo de trabajo de un investigador, siempre y cuando no se realicen en instalaciones financiadas con fondos federales. Aunque la universidad no se involucra en esta relación, las oficinas de transferencia de tecnología gestionan habitualmente las declaraciones de “conflicto de intereses” que cumplimentan los investigadores para informar de sus actividades de asesoramiento privado.

**Tabla 9:** Ejemplos de oficinas de transferencia de tecnología

- Technology Licensing Office (TLO) del Massachusetts Institute of Technology (MIT)

El modelo que sigue esta oficina se adapta a las características del MIT, un instituto que tiene un alto poder de atracción de fondos privados y, por lo tanto, no precisa destinar recursos a la búsqueda de los mismos, sino a su gestión.

El presupuesto de investigación del MIT proviene en un 20% de la industria. La propiedad intelectual resultante se cede bajo licencias de no-exclusividad a las compañías que han financiado el proyecto de I+D correspondiente. La TLO gestiona una media de 100 contratos de licencia anualmente, obteniendo a cambio el 15% de los ingresos por royalties. Ocasionalmente, en lugar de este porcentaje sobre los ingresos, el MIT recibe una participación en el capital de la empresa (entre el 3 y el 5%).

Una de las tareas principales de la TLO es la gestión de las declaraciones de “conflicto de intereses” de los investigadores. La labor de asesoramiento a compañías privadas se considera una actividad que debe ser fomentada, aunque los académicos no pueden recibir fondos provenientes de compañías “spin-off” en las que posean participaciones de capital.

La TLO presta sus servicios a las compañías de nueva creación (unas 20 ó 30 al año) que surgen en el MIT para explotar los resultados de la investigación. En todo caso, es difícil conocer el alcance de esta labor de apoyo, ya que son los propios inversores de capital riesgo los que buscan continuamente oportunidades de negocio en el entorno del MIT.

- Office of Technology Development (OTD) del Harvard School of Engineering and Applied Sciences

La OTD es la nueva denominación que recibió la antigua Office of Technology and Trademark Licensing en 2005, como consecuencia de un cambio de objetivos: de ser una mera unidad administrativa para la gestión de patentes, se convirtió en un punto de lanzamiento de la institución hacia el exterior. Con esta nueva filosofía, la OTD también asumió la captación y gestión de los fondos privados destinados a la investigación, función que antes desempeñaba la Office of Sponsored Programmes.

Con una estructura adaptada a las diferentes áreas académicas existentes en su universidad, la OTD pretende incrementar la relación entre el personal investigador y los empresarios. Para ello organiza jornadas de encuentro entre ambos colectivos, dedicadas a una tecnología específica. El objetivo de estas jornadas es incrementar los fondos privados para proyectos de investigación, haciendo ver a la empresa que así mejora su posición competitiva.

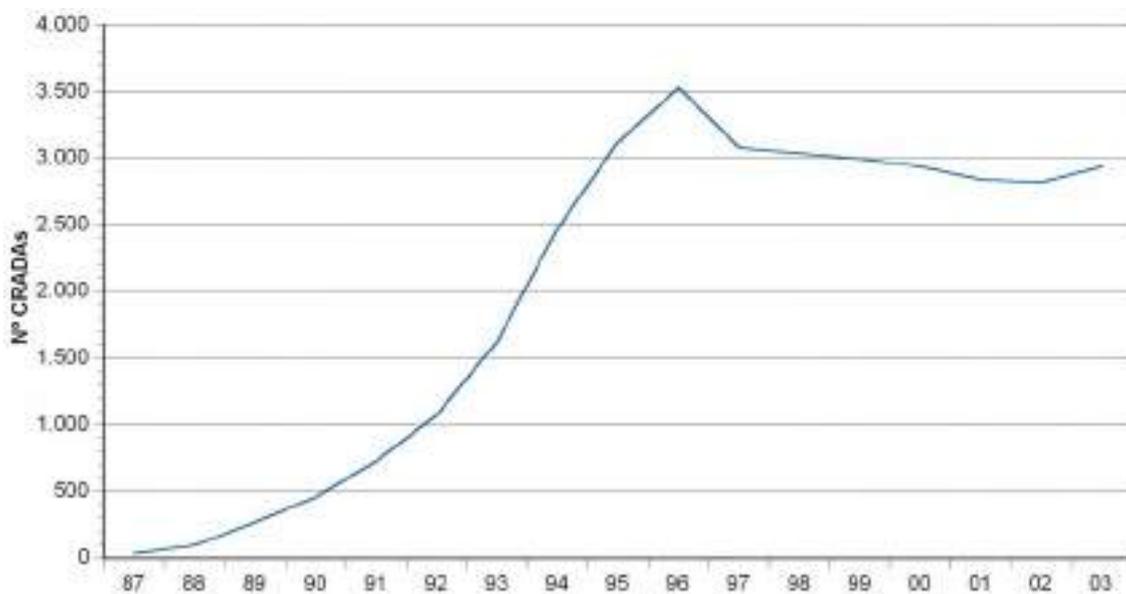
Los ingresos procedentes de la explotación comercial de patentes generadas en la universidad de Harvard los recibe el investigador y su equipo. La OTD no retiene ningún porcentaje sobre estos ingresos, sino que se financia directamente con fondos de la universidad, evitando así que su funcionamiento se vea marcado por la coyuntura a corto plazo.

## 7.c. Cooperative Research and Development Agreements (CRADA)

La colaboración entre los laboratorios federales y la industria se articula mediante los Acuerdos de cooperación en I+D (CRADA), creados a partir de la Ley de innovación tecnológica Stevenson-Wydler de 1980 y modificados por la Ley de transferencia de tecnología federal de 1986.

Mediante los CRADA, una empresa y un laboratorio federal pueden compartir sus recursos (personal, infraestructuras o servicios, pero no recursos financieros) e intercambiar experiencias bajo unas condiciones que garantizan que la compañía podrá ser titular de la propiedad intelectual de los resultados o explotarlos de manera exclusiva. De esta manera, se agiliza la explotación comercial de las innovaciones generadas por la investigación federal.

**Gráfico 34:** Evolución de los proyectos CRADA. (número de proyectos)

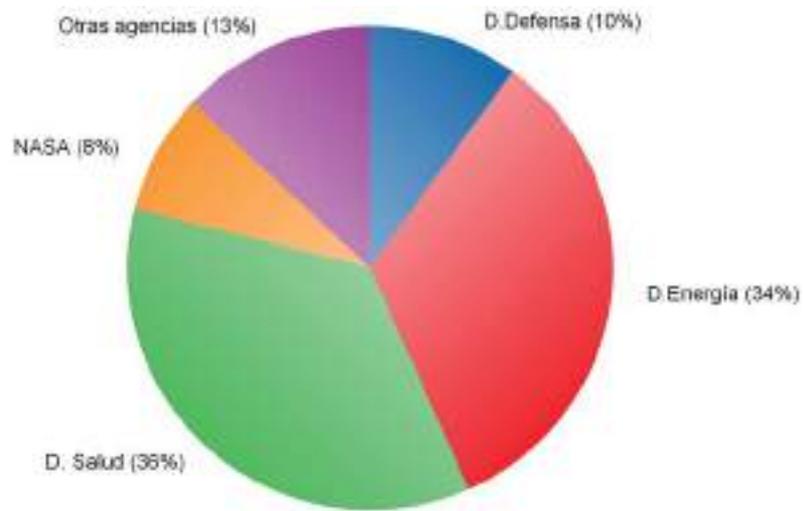


Fuente: National Science Foundation (2006).

Los proyectos de I+D desarrollados mediante CRADAs tendrán que ser coherentes con los objetivos de las agencias federales que participen en los mismos. En total, los laboratorios federales participaron en 2003 en 2.936 CRADAs, lo que supone un incremento del 4,3% respecto al año anterior, aunque aún lejos del record registrado en 1996, con 3.500 proyectos.

Las agencias más activas son aquellas con mayores presupuestos de I+D internos y también con mayores presupuestos destinados a los FFRDCs. En concreto, los Departamentos de Defensa y Energía ejecutan 3 de cada 4 CRADAs, mientras que el Departamento de Salud y Servicios Humanos participa en otro 9%. En general, estas tres agencias son, junto a la NASA, las que más vinculadas están con prácticas de transferencia de tecnología, ya sea mediante el registro de patentes o mediante la documentación de invenciones (invention disclosures), que podrán dar origen posteriormente a patentes.

**Gráfico 35:** Transferencia de tecnología en los laboratorios federales. Distribución de las licencias de explotación activas en 2003 por agencia propietaria



Fuente: National Science Foundation (2006)

## 8. CONCLUSIONES

La capacidad de Estados Unidos para innovar ha sido una fuente importante de ventaja competitiva y se explica por la confluencia de varios factores, como son la financiación pública de la investigación básica realizada por universidades y laboratorios de investigación; la legislación sobre derechos de propiedad intelectual, que fomenta la comercialización de los resultados de la investigación; la disponibilidad de fondos de capital riesgo y el favorable entorno para la creación de empresas de base tecnológica y el potencial de unos recursos humanos formados y culturalmente próximos al riesgo.

Sin embargo, en los últimos años se han producido cambios que parecen amenazar las ventajas competitivas basadas en la tecnología que se habían consolidado en Estados Unidos. Algunas de estas amenazas provienen del interior del país, mientras que otras están relacionadas con el proceso de globalización de la economía.

Como factores internos destacan la elevada concentración del gasto de I+D en la fase de desarrollo de productos y en el ámbito de defensa y seguridad nacional, lo que ha dado lugar a un descenso de los fondos destinados a disciplinas más básicas, como las matemáticas, la física o la química, alejadas del mercado pero necesarias para avanzar en numerosos ámbitos tecnológicos. Además, algunos autores señalan que los resultados procedentes de la I+D militar no tienen ya el efecto multiplicador de épocas pasadas, debido a las altas exigencias de confidencialidad y al acortamiento de los ciclos de vida de la tecnología (Wessner, 2003).

Pese a que la crisis bursátil de comienzos del 2000 no ha dejado secuelas reseñables en los indicadores de I+D, salvo un ligero descenso de la actividad en los años inmediatamente posteriores, sí se ha dejado notar una mayor aversión al riesgo en los fondos de capital riesgo, con la consiguiente bajada de inversiones en capital semilla.

Por lo que respecta al ámbito de la educación, existe una elevada presencia de estudiantes extranjeros en el ciclo de doctorado. En 2003, el porcentaje de doctorandos extranjeros en algunas disciplinas científicas como matemáticas, ciencias informáticas o ciencias agrícolas, oscilaba en torno al 44%, porcentaje que superaba el 50% en las ingenierías. Este elevado componente internacional del sistema educativo puede convertirse en un problema si, como muestran las últimas estadísticas ofrecidas por la National Science Foundation, el número de estudiantes universitarios provenientes del extranjero disminuye, porque se impulsan los estudios de doctorado en países como China, Corea y Japón.

En cuanto a factores externos, la pérdida de competitividad tecnológica relativa parece confirmada por los datos de comercio internacional. El tradicional superávit que mantenía Estados Unidos en los productos de alta tecnología se convirtió en 2002 en un déficit provocado por el desequilibrio en las transacciones con Asia, y, especialmente, con China. Las importaciones procedentes de China en 2006 alcanzaron los 50.000 millones de dólares, mientras que seis años antes apenas superaban los 1.000 millones de dólares.

Junto con el déficit comercial en productos de alta tecnología, la creciente internacionalización de la I+D puede perjudicar la posición de Estados Unidos, ya que otros países están en disposición de ofrecer ventajas de localización muy valoradas por las multinacionales, como son la disponibilidad

de recursos humanos cualificados en países con costes salariales más bajos (es el caso de India); los incentivos fiscales ofrecidos por algunos gobiernos (Estados Unidos ocupa el lugar 17º en el ranking de los sistemas fiscales a la I+D vigentes en los países de la OCDE) o un marco legal más favorable para la investigación en áreas restringidas por la normativa estadounidense, como es el caso de las células madre. En este sentido, también hay que mencionar el potencial de mercado que ofrecen países como China, cuyo Gobierno ha establecido por ley la obligación de que las inversiones productivas de empresas extranjeras vengán acompañadas de inversiones en I+D.

Aunque Estados Unidos sigue estando a la cabeza de la competitividad mundial (Comisión Europea, 2007), el debate interno surgido a la vista de las anteriores tendencias ha desembocado en la publicación de varias iniciativas y recomendaciones que pretenden dar un giro a la actual situación del país.

La *American Competitiveness Initiative (ACI)* fue impulsada por la administración Bush en 2006 con el fin de promover la innovación y mantener a Estados Unidos como una de las naciones más competitivas a escala mundial. Los objetivos concretos a los que se refiere esta iniciativa se centran, por un lado, en lograr un incremento significativo de los fondos disponibles para la I+D (doblando la financiación federal destinada a los programas más básicos y críticos en las ciencias físicas y promoviendo la inversión del sector privado en innovación); en segundo lugar, se destaca el papel de la universidad, ofreciendo apoyo para aquellas que persigan la excelencia en educación e investigación; y, en tercer lugar, la iniciativa se refiere a la necesidad de fortalecer la capacidad de los recursos humanos y fomentar la vocación empresarial, especialmente a través de una mejorada normativa de la propiedad intelectual.

En una línea similar a la ACI, un grupo de expertos del ámbito académico, de la industria y del gobierno, entre los que se incluían tres premios Nobel, identificaron en su informe "*Rising Above the Gathering Storm*" (*National Academy of Science*, 2007) dos retos básicos relacionados con el progreso científico y tecnológico en Estados Unidos: la creación de empleo de alta calidad y el desarrollo de fuentes de energía limpias, asequibles y fiables. Para enfrentarse a estos dos retos, el comité de expertos propone una serie de medidas relacionadas con la educación, la investigación, el papel de la universidad y la política económica. Algunas de estas recomendaciones implican modificaciones de la normativa vigente, mientras que otras reclaman incrementos presupuestarios en I+D.

La primera respuesta firme a estas propuestas consistió en la aprobación de una nueva ley, denominada "*The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act*" (COMPETES). Esta ley, aprobada en agosto de 2007, prevé destinar 43.000 millones de dólares durante los tres próximos años a programas de educación en matemáticas y en ciencias básicas y a la investigación llevada a cabo por las agencias federales (Douglas, 2007). COMPETES también establece varios programas para el fomento de la innovación. Así, el nuevo Programa de Innovación Tecnológica, gestionado por el NIST, va a reemplazar al Programa de Tecnología Avanzada (ATP), concediendo subvenciones a las pequeñas y medianas empresas que lancen al mercado tecnologías de vanguardia. Las compañías que presenten iniciativas individuales podrán recibir hasta 3 millones de dólares en un periodo de tres años, mientras que las agrupaciones de empresas podrán acceder a 9 millones en cinco años.

Con esta iniciativa, el Gobierno de Estados Unidos responde, por un lado, a algunas de las propuestas incluidas en la “*American Competitiveness Initiative*” (*Office of Science and Technology Policy*, 2006) para el fomento del sistema nacional de innovación y, por otro, a las recomendaciones que defiende el informe “*Rising Above the Gathering Storm*” (*National Academy of Science*, 2007) acerca de la educación, la investigación básica y la innovación.

El presupuesto federal de I+D previsto para 2008 (143.000 M\$), es el reflejo de las prioridades establecidas por la ACI. Así, las agencias más vinculadas con este programa de gobierno, como son la Oficina de Ciencia del Departamento de Energía, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) y la NSF recibirían los mayores aumentos de fondos (15,4%, 13% y 8,3% respectivamente) (AAAS, 2008).

## 9. REFERENCIAS

- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (2008). Report XXXII. Research and Development FY 2008.
- Atkinson, R.D. (2007) “Expanding the R&E tax credit to drive innovation, competitiveness and prosperity” *Journal of Technology Transfer*, 32, pp. 617–628.
- Atkinson, R.D. (2006) “The Research and Experimentation Tax Credit: A critical Policy Tool for Boosting Research and Enhancing U.S. Economic Competitiveness”. The Information Technology and Innovation Foundation. Washington, DC.
- AUTM (2007). U.S Licensing Survey 2005. The Association of University Technology Managers.
- Boston Consulting Group (2006). Líneas estratégicas de actuación para mejorar la posición competitiva de la industria auxiliar aeronáutica. Documento interno CDTI. Madrid.
- Comisión Europea (2006). European Innovation Scoreboard.
- Comisión Europea (2007). Annual Innovation Policy Trends Report for United States, Canada, Mexico and Brazil. 2006. European Trend Chart on Innovation.
- Comisión Europea (2007a). INNO-Policy TrenChart – Policy Trends and Appraisal Report: United States.
- Comisión Europea (2007b). Key figures 2007 on Science, Technology and Innovation.
- Comisión Europea (2007c). The 2007 EU industrial R&D investment SCOREBOARD.
- Comisión Europea (2008). ERA WATCH research inventory report: United States.
- Council on Competitiveness (2004). Innovate America. Thriving in a world of Challenge and Change. National Innovation Initiative. Interim Report.
- Douglas, J.A. (2007). Politics and Policymaking in Science and Technology: An Assessment of the US High Tech Advantage, Stated Based Initiatives, and the Process of Globalization. OECD Paper-Valencia Conference.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). “Institutions and Organizations in Systems of Innovation”. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp.41-63). London and Washington: Pinter.
- EUROSTAT (2007) Datos de ciencia y tecnología.
- García-Torres, M.A. (2007). National Systems of Innovation and the Role of Demand. A cross Country Comparison. UNU-MERIT Working Paper Series, 2007-027.

- Jankowski J.(2001). Measurement and growth of R&D within the service economy. *Journal of Technology Transfer* 26, pp. 323–336.
- Lowell, B.L. (2006). Estimates of the Growth of the Science and Technology Workforce. Commission on Professionals in Science and Technology.
- Lundvall, B.A. (ed.) (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning*. London: Pinter.
- Narin, F., K. Hamilton y D. Olivastro (1997). “The increasing linkage between U.S. technology and public science”. *Research Policy*, 26, pp. 317-330.
- National Academy of Science (2007). *Rising above the gathering storm. Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future. Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology*, National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine.
- National Science Foundation (2006). *Science and Engineering Indicators 2006*. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Science Foundation (2006a), *Federal R&D Funding by Budget Function: Fiscal Years 2004–06*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Science Foundation (2007). *Survey of Federal Funds for Research and Development: FY 2004, 2005 and 2006*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Science Foundation (2007a). *Annual Deficits Continue for U.S. trade in advanced technology products*. Info Briefs, NSF 07-329.
- National Science Foundation (2008). *Science and Engineering Indicators 2008*. Two volumes. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Venture Capital Association (2007). *Industry Stats & News (Venture Capital)*.
- Navarro, M. (2001). *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Documento de trabajo 26. IAIF.
- Nelson, R.R. (ed.) (1993) *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- OCDE (2007) *Factbook 2007*.
- OCDE (2007) *Main Science and Technology Indicators*.
- OCDE (1992) *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris, OCDE.

- OCDE (1997) Oslo Manual (2ª ed.). París, OCDE.
- Office of Science and Technology Policy (2006) American Competitiveness Initiative.
- Ortega-Argilés, R. y A. Brandsma (2007). EU-US differences in the size of R&D intensive firms: Do they explain the overall R&D intensity gap?. Artículo presentado en la I Conference on Corporate R&D (CONCORD) de la UE, Sevilla, octubre 2007.
- Pavitt, K. (2000). Why European Union funding of academic research should be increased: a radical proposal". Science and Public Policy, vol. 27, num. 6, pp. 455-460.
- Porter, M.E. (1990), The Competitive Advantage of Nations, The Free Press, Nueva York.
- Porter, A.L., J.D. Roessner, N.C. Newman, X-Y Jin y D.M. Johnson. (2006) High Tech Indicators: Technology-based Competitiveness of 33 Nations – 2005 Final Report to the Science Indicators Unit, National Science Foundation.
- Proton Europe (2007). Experiences on the US knowledge transfer and innovation system.
- Timmer, Ypma y Van Ark (2003) IT in the European Union: Driving Productivity Divergence?. Groningen Growth and Development Centre. Universidad de Groningen.
- U.S. Patent and Trademark Office (2006). U.S. Patent Statistics Report.
- U.S. Small Business Administration (2006). The Small Business Economy. For data year 2005. Washington.
- Warda, J. (2006) "Tax treatment of business investments in intellectual assets: an international comparison". OCDE. STI Working paper 2006/4.
- Wessner, C.W. (2003) Mejora de la innovación en las pequeñas empresas en Europa: la experiencia desprograma SBIRT en Estados Unidos. The IPTS Report - Núm. 76.
- Wessner, C.W. y S. J. Shivakumar. (2002) El papel de los macro-objetivos y los micro-incentivos en la política europea de I+D. The IPTS Report - Núm. 69.
- Wilson, D. (2005a) "Beggars Thy Neighbour? The In-state vs. Out-of-state Impact of State R&D Tax Credits" FRBSF Working Paper 2005-08.
- Wilson, D. (2005b) "The Rise and Spread of State R&D Tax Credits". FRBSF Working Paper 2005-26.











Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial

Cid, 4 - 28001 Madrid (España)

Tel.: (34) 915815500

Fax: (34) 915815594

Website: [www.cdi.es](http://www.cdi.es)