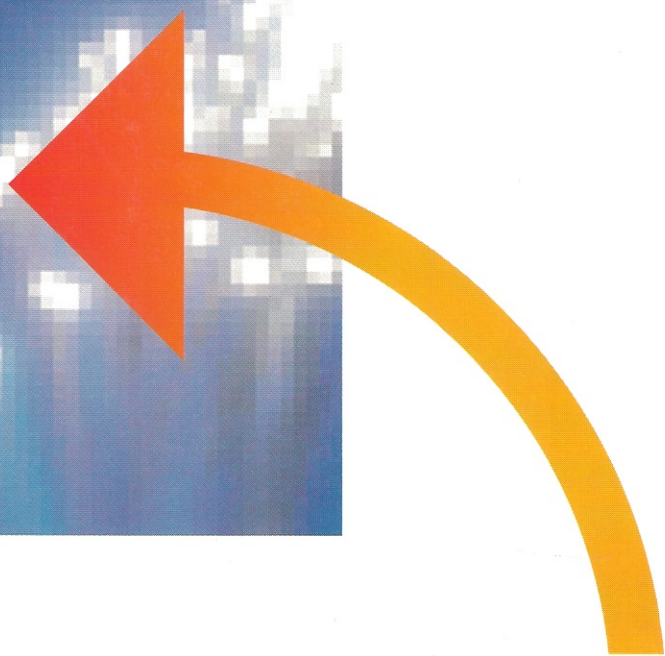


Innovación  
Tecnológica.  
Ideas Básicas



Cotec 

### 1. INTRODUCCIÓN

¿Qué elementos están involucrados en la innovación y en el cambio tecnológico? ¿Qué entendemos en concreto por estos dos términos? Estas cuestiones son fundamentales para entender la importancia de la innovación en el mundo actual. Responderlas permite, por un lado, identificar las actividades que intervienen en el proceso de innovación y los medios más adecuados para estimular cada uno de ellos. Por otro lado, también facilita la comunicación y el trabajo conjunto de los diferentes agentes sociales.

El propósito de este capítulo es responder someramente a las anteriores cuestiones, centrándose en particular en los siguientes conceptos: naturaleza del cambio y de la innovación, peculiaridades de la innovación tecnológica en particular y características fundamentales de las actividades que la desarrollan.

### 2. NATURALEZA DEL CAMBIO

El ritmo y el alcance de los cambios que se están produciendo en las organizaciones y en las actividades que desarrollan no tiene precedentes históricos. La globalización e intensificación de la competencia, el avance tecnológico, el aumento de las exigencias de los consumidores y los cambios en los modelos de legislación son algunos de los factores que están haciendo del cambio un imperativo del actual nivel de competitividad.

La experiencia muestra claramente cómo aquellas organizaciones que no han sabido desarrollar una adecuada capacidad de cambio están viendo reducida su capacidad competitiva de manera significativa. Así mismo, se observa que ninguna organización, independientemente de su tamaño o posición en el mercado, permanece inmune a este proceso de cambio. Un informe reciente de la compañía Shell señala que de las 500 empresas que la revista Fortune identificó como mejores en la mitad de los años 70, menos de la mitad mantienen hoy esa posición.

No hay duda de que la asimilación y generación de innovaciones es uno de los factores que más significativamente ha contribuido a la introducción del cambio en la empresa y al mantenimiento de su competitividad. Se constata que los nuevos productos ayudan tanto a mantener la cuota de mercado de la empresa como a incrementar los beneficios en esos mismos mercados. Incluso en los mercados más maduros y estables, el crecimiento en ventas no proviene sólo del mantenimiento de unos precios bajos, sino también de factores tan variados como diseño, calidad o adaptación del producto a características específicas de los clientes.

Como consecuencia de estas y otras observaciones, en los últimos tiempos se está generando en las empresas una dinámica orientada a fomentar su capacidad de innovación, ya que las organizaciones que incorporan la innovación a sus procesos y adoptan una actitud abierta al cambio se posicionan mejor en el mercado. Se trata de una “innovación continua” que implica que, en las organizaciones que emprenden este camino, la innovación no tiene un punto final, no se formula para alcanzar una meta concreta, sino que se incorpora a la propia estrategia de la empresa, institucionalizándose.

### 3. LA INNOVACIÓN

Aunque la innovación y su tipología han sido ampliamente estudiadas<sup>1</sup>, dos aspectos han sido los comúnmente mencionados en su definición -novedad y aplicación-. De este modo, una invención o

---

<sup>1</sup>. Una revisión de la literatura de innovación, muestra una variedad de ángulos desde donde este tema ha sido estudiado. Por mencionar algunos ejemplos: Schumpeter (1939), estudia el proceso como un todo; Tushman (1977) analiza la innovación como un proceso de

idea creativa no se convierte en innovación hasta que no se utiliza para cubrir una necesidad concreta. Esta aplicación de la idea supone un proceso de cambio que podríamos considerar microeconómico.

Sin embargo, el cambio tiene también una importante componente macroeconómica, ya que el objetivo principal es el de convertir esas mejoras empresariales individuales en mejoras o cambios globales para la sociedad y, para ello, es esencial que se de difusión a la innovación. Se pueden distinguir tres momentos o estados fundamentales en todo proceso de cambio:

- La *invención*, como creación de una idea potencialmente generadora de beneficios comerciales, pero no necesariamente realizada de forma concreta en productos, procesos o servicios.
- La *innovación*, consistente en la aplicación comercial de una idea. Para el propósito de este estudio, innovar es convertir ideas en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado valora. Se trata de un hecho fundamentalmente económico que, incrementa la capacidad de creación de riqueza de la empresa y, además, tiene fuertes implicaciones sociales. Esta definición debe ser entendida en un sentido amplio, pues cubre todo el espectro de actividades de la empresa que presuponen un cambio substancial en la forma de hacer las cosas, tanto en lo que se refiere a los productos y servicios que ella ofrece, como a las formas en que los produce, comercializa u organiza.
- La *difusión*, que supone dar a conocer a la sociedad la utilidad de una innovación. Este es el momento en el que un país percibe realmente los beneficios de la innovación.

El desarrollo económico de una organización, un país o una sociedad depende de su capacidad para realizar estas tres actividades, variando su importancia relativa en función del tipo de organización y de sociedad. Asimismo, los recursos y habilidades que precisan también son diferentes, ya que la innovación demanda más recursos que la invención, pero no es necesario que el innovador haya realizado previamente la invención, sino que puede tomar y adaptar una realizada por otro. La difusión, por su parte, es más crítica que la innovación, puesto que es el requisito imprescindible para que la sociedad reciba los beneficios de ésta.

Sin embargo, para que la difusión tenga plenos efectos en una economía moderna, sí es necesario haber efectuado el paso previo de la innovación. Por este motivo, la innovación es el elemento que se considera más a fondo en los estudios de cambio, hasta el punto que, muy a menudo, se utilizan indistintamente los términos innovación y cambio.

El cambio en una empresa puede darse a través de innovaciones que se producen por primera vez en la sociedad o a través de innovaciones que han surgido en otro entorno y que la empresa asimila en sus prácticas por primera vez. Esta es la razón por la que existe un doble punto de vista a la hora de identificar y valorar las innovaciones: las que son nuevas para la sociedad y las que son nuevas para la organización que las realiza.

Si bien las primeras tienen más mérito, y son las que suelen dar más beneficios, no es menos cierto que las segundas también requieren un cierto esfuerzo, debido al grado de incertidumbre que imponen a la organización, y también proporcionan importantes beneficios. Por ello, es importante la revisión continua de innovaciones introducidas en otros entornos para poder aprovecharlas lo antes posible, dependiendo del nivel de incertidumbre que la organización sea capaz de aceptar.

---

información; Rogers (1983), se concentra en la difusión como parte del proceso de innovación; Cooper (1984) lo enfoca desde la perspectiva del éxito de las estrategias de la innovación de productos; Von Hippel (1988) subraya la importancia de los usuarios como fuentes de innovación; Van de Ven (1989) investiga la dirección de la innovación; Porter (1990) relaciona la innovación con la competitividad; Muñoz-Seca (1992) vincula la innovación con el aprendizaje y la formación; y así hasta un largo etcétera.

## 4. TIPOS DE INNOVACIÓN

Las empresas incorporan la innovación de formas muy diversas, pudiendo hacerlo para obtener una mayor calidad en sus productos o servicios, disminuir costes, ofrecer una mayor gama de productos o servicios, o ser más rápidas en su introducción en el mercado. Cualquiera que sea el caso, su única exigencia es la de implantar el cambio dentro de la organización.

El establecimiento de tipologías de innovación ha atraído el interés de numerosos estudiosos e investigadores, cuyos trabajos han conducido a diferentes clasificaciones, entre las que destacamos dos: (1) aquella que utiliza como criterio clasificatorio el grado de novedad de la innovación y (2) la que atiende a su naturaleza.

### 4.1. Grado de novedad de la innovación (radical/incremental)

- **Innovación incremental.** Se trata de pequeños cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la empresa que, si bien aisladamente son poco significativas, cuando se suceden continuamente de forma acumulativa pueden constituir una base permanente de progreso. Así, se observa cómo el crecimiento y el éxito experimentado por las empresas de automoción en los últimos tiempos responde, en gran parte, a programas a largo plazo caracterizados por una sistemática y continua mejora en el diseño de productos y procesos.
- **Innovación radical.** Implica una ruptura con lo ya establecido. Son innovaciones que crean nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes. Aunque no se distribuyen uniformemente en el tiempo como las innovaciones incrementales, si surgen con cierta frecuencia. Se trata de situaciones en las que la utilización de un principio científico nuevo provoca la ruptura real con las tecnologías anteriores (Un ejemplo puede ser la máquina de vapor o el microprocesador).

### 4.2. Naturaleza de la innovación (tecnológica/comercial/organizativa)

- **Innovación tecnológica.** Surge tras la utilización de la tecnología como medio para introducir un cambio en la empresa. Este tipo de innovación tradicionalmente se ha venido asociando a cambios en los aspectos más directamente relacionados con los medios de producción.

La tecnología puede ser creada por la propia empresa o adquirida a cualquier suministrador, público o privado, nacional o extranjero. El único agente imprescindible para que exista innovación tecnológica es la empresa, ya que es la responsable de su utilización para introducir el cambio. Dada su importancia, conviene clarificar brevemente el concepto de tecnología, y diferenciarlo de otros tipos de conocimiento.

#### *Técnica, tecnología y ciencia*

El concepto de tecnología es ambiguo, y con frecuencia se ha asociado la tecnología a máquinas y aparatos que funcionan, marginando los aspectos relacionados con el conocimiento. La tecnología es mucho más que máquinas, ya que se trata de conocimiento práctico orientado a la acción, es decir, supone la aplicación sistemática del conocimiento científico u otro conocimiento organizado a tareas prácticas. Es un conocimiento cuya aplicación está orientada a un fin concreto, a resolver problemas de acción, y su objeto no es simplemente saber, sino actuar. Es un conocimiento que se tiene no sólo cuando uno “sabe”, sino cuando “sabe cómo hacer”<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Para un mayor desarrollo del tema véase Galbraight (1980), Muñoz-Seca y Riverola (1997) y Fernández-Sánchez (1996).

Es conveniente también diferenciar la tecnología de otros tipos de conocimientos operativos organizados. Para el propósito de este estudio, consideramos tres categorías: técnica, tecnología y ciencia.

Tanto la técnica como la tecnología hacen referencia a un conjunto de medios y conocimientos orientados a la consecución de un fin de índole práctico. Pero si bien la técnica es la capacidad de utilizar métodos, instrumentos y equipos para obtener resultados prácticos, la tecnología exige además la comprensión profunda de las limitaciones y perspectivas de dichas habilidades y la capacidad de mejora de las mismas, por lo que implica una capacidad de cambio y mejora del conocimiento no incluido en la técnica.

Respecto a la ciencia, si la tecnología se asocia en general con el proceso de invención, innovación y difusión para la obtención de fines prácticos, la ciencia se asocia con el conocimiento básico, con conceptos más genéricos, universalmente aplicables, pero menos poderosos al ser menos específicos. De acuerdo con esta afirmación, la transformación de la ciencia en tecnología requiere la focalización del conocimiento científico en una gama concreta de problemas.

- Innovación comercial. Aparece como resultado del cambio de cualquiera de las diversas variables del marketing. El éxito comercial de un nuevo producto o servicio esencialmente depende de la superioridad del mismo sobre los restantes y del conocimiento del mercado y la eficacia del marketing desarrollado al efecto. Entre las innovaciones de dominio comercial destacan: nuevos medios de promoción de ventas, nuevas combinaciones estética-funcionalidad, nuevos sistemas de distribución y nuevas formas de comercialización de bienes y servicios. Un ejemplo de nuevas formas de comercialización es el sistema de franquicias o el comercio electrónico.
- Innovación organizativa. En este caso el cambio ocurre en la dirección y organización bajo la cual se desarrolla la actividad productiva y comercial de la empresa. Es un tipo de innovación que, entre otras cosas, posibilita un mayor acceso al conocimiento y un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y financieros. Entre las innovaciones organizativas de posible aplicación en la empresa distinguimos dos: las que actúan a un nivel externo y las que lo hacen a un nivel interno.

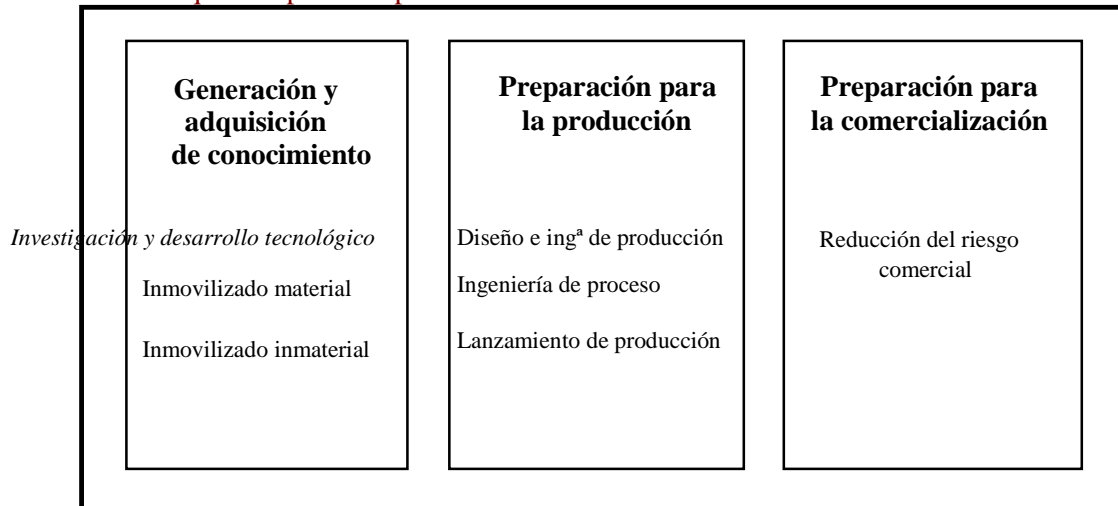
A nivel externo, las que en los últimos años han adquirido un mayor relieve son las que se refieren a la constitución de redes entre empresas y otros agentes del sistema económico para favorecer la cooperación entre ellos, y las que abordan la proyección de los negocios y actividades productivas en el ámbito internacional. A un nivel interno, destacan aquéllas que van dirigidas a mejorar el trabajo en grupo, bien a través de la gestión de interfaces o del funcionamiento interno del equipo.

No debemos pensar en estos tipos de innovaciones como si de sucesos independientes se tratase, sino más bien de sucesos interrelacionados entre sí, de tal forma que muchas veces las innovaciones tecnológicas implican o promueven innovaciones organizativas o comerciales y viceversa. Prueba de esta interrelación son los robots industriales, máquinas programables capaces de realizar tareas repetitivas de acuerdo con una secuencia establecida, que, a su vez, han permitido la optimización de las líneas de ensamblaje y la organización de la producción de acuerdo con los sistemas “just in time”.

## **5. EL PROCESO DE INNOVACION**

El proceso de innovación es un proceso complejo que integra varias actividades entre las que existen frecuentes y repetidos caminos de ida y vuelta. A partir del documento de la OCDE, denominado Manual de Oslo, hemos agrupado estas actividades atendiendo a su naturaleza (Véase Fig. 1).

Fig. 1. Actividades que componen el proceso de innovación



**Las actividades de generación y adquisición de conocimiento.** La empresa básicamente puede optar por generar internamente, mediante la investigación y desarrollo, el conocimiento necesario para llevar a cabo la innovación o adquirirlo del exterior. En este último caso se distingue entre adquisición de inmovilizado material o inmovilizado inmaterial.

a. *La investigación y desarrollo (I+D)* se define como el trabajo creador que, emprendido sobre una base sistemática, tiene por objeto el aumento del conocimiento científico y técnico, y su posterior utilización en nuevas aplicaciones (Freeman, 1975). Es el mecanismo generador de aquellas tecnologías y conocimientos propios con las que la empresa pretende potenciar o desarrollar sus productos, procesos y servicios. La amplitud de este objetivo hace que la I+D, a su vez, deba incluir una serie de actividades que persiguen resultados diferentes aunque conectados entre sí. La I+D comprende dos actividades básicas: *la investigación básica*, que persigue determinar nuevos conceptos o principios científicos, aunque no posean una utilidad directa; y *la investigación aplicada*, encaminada a buscar utilidad a los conocimientos adquiridos por la investigación básica, demostrando cuáles pueden ser sus aplicaciones y ventajas sobre soluciones ya conocidas.

Con toda intención, el cuadro que contiene la I+D queda en parte excluido de la gran caja que representa el proceso de innovación. Y la razón de este hecho es doble: en primer lugar, cabe la posibilidad de que las actividades de investigación no pretendan otra cosa que descubrir la verdad o, su inverso, demostrar un error; y, en segundo lugar, puede darse el caso de que la investigación no conecte con el mundo productivo.

b. *La adquisición de tecnología del exterior.* No todas las empresas pueden hacer frente a las inversiones que requiere mantener un departamento de I+D y, mucho menos, pretender desarrollar internamente todo el conocimiento necesario para ejecutar la innovación. La generación de tecnología propia por parte de la empresa no es condición necesaria para su supervivencia, y se puede ser competitivo sin el desarrollo de esta capacidad. Cuando este es el caso, resulta crítico poseer una buena red de suministradores de tecnología y capacidad suficiente para poner esa tecnología adquirida en uso, ya sea de forma independiente o combinándola con desarrollos internos de la propia empresa.

Dos son las vías por las que la empresa puede adquirir la tecnología que precisa:

- *La adquisición de inmovilizado inmaterial* consistente en adquirir tecnología en forma de patentes, licencias, Know-how, marcas, diseños, estudios de viabilidad tecnológica, software y servicios técnicos relativos a la creación de nuevos productos, procesos y servicios o a mejoras significativas de otras ya existentes.

- *La adquisición de inmovilizado material* consistente en adquirir maquinaria y equipos con características tecnológicas avanzadas, directamente relacionadas con el proceso de innovación y, por tanto, con la introducción por primera vez en el mercado de un producto, proceso o servicio nuevo o mejorado.

**Las actividades de preparación para la producción o provisión de servicios** se relacionan directamente con el proceso de transformación del conocimiento y tecnología adquiridas en mejoras para la empresa, tanto de producto o servicio como de proceso. Las tres actividades básicas que integran este proceso son:

- El diseño industrial e ingeniería de producto*, que es la actividad mediante la cual se elaboran los elementos descriptivos del producto, proceso o servicio objeto de la innovación y, llevándose a cabo cuando es necesario modificaciones para facilitar la producción del producto, la implantación del proceso o la provisión del servicio.
- La ingeniería de proceso*, que ordena los procedimientos de producción (procesos) o de provisión (servicios), y asegura la calidad y la aplicación de normas de cualquier tipo para la fabricación de productos, servicios y procesos nuevos o mejorados. Esta actividad incluye el diseño y la realización de nuevas herramientas de producción y prueba (cadenas de montaje, plantas de proceso, utillaje, moldes, programas de ordenador para equipos de prueba, etc.).
- El lanzamiento de la fabricación* de los productos o la provisión de servicios, que consiste en la fabricación de un número suficiente de unidades de producto o de realización de servicios, que permita probar la capacidad que tiene el nuevo proceso de ser comercializado. En esta actividad se incluye la formación del personal de producción en la utilización de nuevas técnicas o en el uso de nuevos equipos o maquinaria necesarias para el buen fin de la innovación.

**Las actividades de preparación para la comercialización.** El concepto de innovación se ha asociado tradicionalmente al producto y, en especial, a sus características técnico-funcionales. En este contexto, las actividades relacionadas con la explotación de la innovación han estado relegadas a un segundo plano, al no considerarse fuentes ni herramientas de apoyo a la innovación. Esta idea, origen de muchos fracasos, olvida que la innovación en el marco de la empresa surge de la necesidad de adaptarse a un mercado en constante evolución. La consideración de la empresa como un sistema en continua interacción con su entorno ha dado una gran importancia a todas las actividades que impulsen una eficaz comercialización y, como consecuencia, el éxito de una innovación está directamente relacionada con la capacidad y los recursos que la empresa destine a dichas actividades.

Con el nombre genérico de estudios y pruebas dirigidas a reducir la incertidumbre del mercado, se designa a todas las actividades consistentes en estudios preliminares de mercado, y pruebas de publicidad o de lanzamiento en mercados piloto. Una innovación, cuanto más radical y novedosa sea, más complicaciones y reticencias suscitará a la hora de su introducción. Por ello, los estudios de mercado y de los consumidores deberán determinar si la innovación es compatible o no con el estado actual de las cosas, de tal modo que a menor compatibilidad, serán necesarias campañas más fuertes de publicidad y acciones para informar y educar a los compradores potenciales.

### **5.1. Formas de activar el proceso de innovación**

Aunque existen múltiples formas de activar el proceso de innovación, dos han sido las forma clásicas de hacerlo: La innovación puede surgir como consecuencia del denominado “*tirón de la demanda*”, en respuesta a la propia demanda del mercado, o bien por el “*empujón de la ciencia*”, resultando, en este segundo caso, de la búsqueda de aplicaciones para la tecnología existente por parte de los departamentos de I+D de las empresas.

La innovación atraída por el mercado es generalmente de naturaleza incremental, tiene menos riesgos y una probable materialización a corto plazo. Mientras que la innovación dirigida por la ciencia es fundamentalmente radical, con alteraciones significativas en la forma de resolver una necesidad conocida, y no suele acumularse fácilmente a otras innovaciones de naturaleza semejante. También suele llevar aparejado un riesgo comercial que incluye un coste bastante elevado, aunque una vez alcanza el éxito puede generar grandes beneficios.

En medio de estas dos posturas extremas, se observa que la mayoría de las innovaciones surgen de la combinación de ambos tipos de posibilidades, las del mercado y las de la ciencia. Las interrelaciones entre proveedores, productores y usuarios son las que dan lugar a este tipo de innovaciones y, de acuerdo con esto, se puede concluir que el proceso de innovación no ocurre de forma secuencial, sino que sus diferentes etapas se relacionan entre sí a través de múltiples retroalimentaciones.

## **6. LA INNOVACION EN SERVICIOS**

La innovación en los sectores manufactureros ha sido estudiada durante años y en estos momentos existe un amplio consenso en algunos conceptos fundamentales. Sin embargo, el estudio de la innovación en servicios es reciente, por lo que todavía no se dispone de una “doctrina” generalmente conocida y aceptada.

El concepto de sector servicios es ambiguo y heterogéneo ya que abarca todas aquellas actividades que no se incluyen en el sector primario -fundamentalmente dedicado a la obtención de materias primas del entorno- ni en el sector secundario –cuya principal actividad es transformar esas materias primas en productos-.

Entre las características generales de los servicios se suele destacar que:

- los niveles de equipamiento en forma de capital son bajos.
- los procesos de producción son discontinuos y las economías de escala juegan un papel limitado.
- el producto suele ser inmaterial e intensivo en información.
- la forma en que se suministra el servicio es fundamental para su éxito.
- existe una interacción muy estrecha entre el productor y el consumidor en el tiempo y en el espacio.
- los productos y los mercados están muy regulados.

### **6.1 Tendencias en el sector servicios y su relación con la innovación**

Tradicionalmente se ha considerado que el sector servicios es poco innovador y que se limita a consumir innovaciones producidas por las industrias manufactureras. Sin embargo, la evidencia reciente muestra que el sector servicios juega un papel importante en la generación y la difusión de innovaciones (hay servicios que no generan innovaciones por sí mismos, pero contribuyen a la difusión de la innovación a otros sectores, como ocurre en el caso de los servicios de consultoría.)

La producción de servicios se caracteriza por su discontinuidad y por presentar unas economías de escala limitadas. Sin embargo, algunos servicios están utilizando la innovación para generar economías de escala semejantes a las que existen en las manufacturas. En este sentido, se está estandarizando al máximo la producción de algunos servicios, en lo que se ha denominado *mass customization*, que se caracteriza por ofrecer productos personalizados a partir de combinaciones de un gran número de componentes estandarizados (como ocurre en algunas cadenas de comida rápida).

Por un lado, el producto de las actividades de servicios suele ser inmaterial e intensivo en información, lo cual dificulta su almacenamiento y transporte. Generalmente resulta imposible separar la producción y el consumo, que se dan al mismo tiempo en un espacio determinado. En este sentido,



el desarrollo de las TIC en los últimos tiempos está permitiendo deslocalizar algunas actividades de servicios (gracias, por ejemplo, a Internet y a los servicios telefónicos).

Por otro lado, el producto suele tener un alto grado de personalización. Una de las características más significativas del sector servicios es la coproducción, que consiste en la utilización de inputs del consumidor en el proceso de producción (el resultado final depende de la aportación del consumidor).

El intercambio de información respecto a las preferencias del consumidor y las especificaciones de producto es un proceso interactivo, que tiene un resultado poco previsible y es difícil de someter a rutinas. En esta línea se están utilizando diversos métodos (como el *data mining*) para la transmisión y el tratamiento de la información sobre las características de los clientes.

La propia naturaleza de los servicios dificulta la protección de las innovaciones mediante métodos tradicionales como las patentes, aunque en algunos servicios se utilizan los *copyrights* con éxito. En cualquier caso, la importancia de la información como componente de algunos servicios hace que en general sea muy difícil proteger las innovaciones y aumenta la importancia de factores como el secreto o la reputación.

Aunque el sector servicios apuesta cada vez más por la innovación, es un sector muy heterogéneo donde contrastan subsectores como los servicios intensivos en conocimiento (KIBS<sup>3</sup>), que son muy similares a las empresas manufactureras en cuanto al esfuerzo en I+D y a la intensidad tecnológica, con otros menos innovadores que suelen adoptar e implementar las tecnologías desarrolladas por otros sectores de la economía.

Los KIBS son empresas que proveen productos y servicios intermedios basados en el conocimiento. Algunos KIBS, como los servicios de consultoría, de formación, de informática o de I+D, parecen jugar un papel importante en sistema de innovación, especialmente por su papel en el proceso de difusión. Estos servicios ayudan a difundir los conceptos e ideas innovadoras y son una fuente de capital intangible. Además, contribuyen al desarrollo de las nuevas tecnologías, especialmente de las TIC, gracias a su papel de grandes usuarios.

## **6.2 Modelo dimensional de la innovación en servicios**

La innovación en servicios implica, además de cambios en las características del servicio en sí mismo, nuevas formas de distribución del producto, de interacción con el cliente, de control de calidad, etc. En la práctica la mayoría de innovaciones se realizan a partir de combinaciones de cambios y mejoras de productos anteriormente existentes. Bilderbeek y otros (1998) presentan un modelo de cuatro dimensiones de la innovación en servicios que sirve como herramienta para describir la actividad innovadora en este sector.

### **Dimensión 1: Concepto de nuevo servicio**

Las innovaciones de servicios pueden ser visibles, sobre todo cuando implican provisión del producto, pero generalmente consisten en una nueva forma de organizar una actividad para solucionar un problema. Lo fundamental es que su aplicación sea novedosa dentro de un mercado determinado.

### **Dimensión 2: Nueva interfaz con el cliente**

Cada vez más frecuentemente en el sector servicios los productos se ofrecen y comercializan orientados de forma específica a grupos de consumidores, lo cual acentúa la importancia de la

---

<sup>3</sup> En inglés, *Knowledge Intensive Business Services*

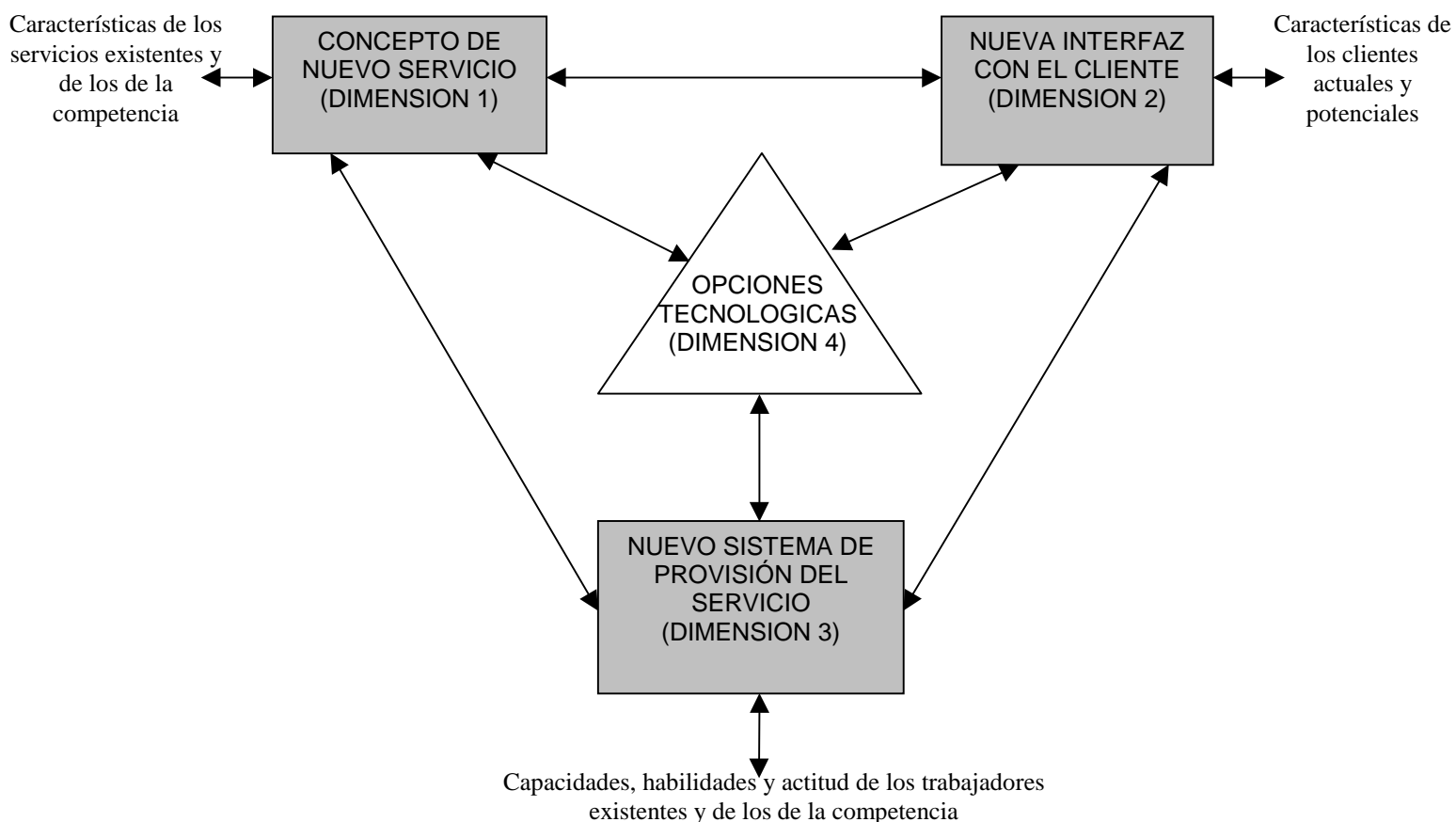
comunicación entre los proveedores y los clientes, y genera una gran área para la introducción de innovaciones.

### Dimensión 3: Nuevo sistema de provisión (distribución y entrega) del servicio y organización

Como en el caso anterior, esta dimensión se centra en la relación entre el proveedor y sus clientes. Se refiere a los cambios organizativos internos que permiten mejorar la manera en la que los trabajadores desarrollan su actividad y ofrecer los productos de una manera más adecuada. Por ejemplo, la introducción del comercio electrónico supone un cambio en la relación entre proveedor y cliente, así como en la forma de provisión del servicio.

### Dimensión 4: Opciones tecnológicas

La innovación en servicios es posible sin innovación tecnológica. Sin embargo, la tecnología juega un papel importante en muchas innovaciones en servicios. En estos momentos, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son las más comunes en el sector. Esta situación contrasta con revoluciones tecnológicas anteriores, que afectaron de una manera importante a las manufacturas pero no a los servicios. Este hecho se debe en gran medida al carácter intangible de los servicios y al papel fundamental que la información y el conocimiento juegan en muchas de estas actividades.



**Figura 2: Modelo dimensional de la innovación en servicios. Fuente: Bilderbeek y otros (1998).**

En general, cualquier innovación en servicios implica una combinación de las dimensiones mencionadas. Un servicio totalmente nuevo requerirá el desarrollo de un nuevo sistema de provisión del producto, provocará cambios la organización del trabajo y generará nuevos usos de las TIC.

### 6.3 Patrón general de las innovaciones del sector servicios

Algunos autores, como Soete y Miozzo (1989), se han preocupado por identificar los distintos *patrones innovadores de las actividades de servicios*. Estos autores identifican cuatro tipos de empresas de servicios:

- a) Sectores dominados por los proveedores. Aquí se incluyen los servicios públicos y sociales tales como la educación y la administración, servicios personales (reparaciones, peluquerías, etc.) y comercio al por menor.
- b) Servicios intensivos en producción, intensivos en escala y servicios de redes. Son servicios donde se da una gran división del trabajo con la simplificación (y coordinación) de las actividades de producción (y/o provisión), y la sustitución de mano de obra por máquinas. Dentro de este grupo identifican dos tipos de servicios:
  - Servicios de redes. Son sectores dependientes de las redes de información, como por ejemplo, banca, seguros, radiodifusión y servicios de telecomunicación. El desarrollo de las TIC ha permitido mejorar la precisión y la calidad de los servicios. Además, facilitan la personalización del producto y juegan un papel fundamental en el establecimiento de estándares.
  - Servicios intensivos en escala: Son servicios dependientes de las redes físicas (por ejemplo, servicios de transporte y viaje, comercio al por mayor y distribución). Generalmente utilizan tecnologías hardware desarrolladas en el sector manufacturero, lo que les confiere un papel importante en la definición y especificación de nuevos desarrollos, ejerciendo su influencia sobre los proveedores de nuevas tecnologías.
- c) Proveedores especializados de tecnología y sectores de base científica.  
Son sectores que incluyen servicios de negocios especializados, servicios de software, servicios de laboratorio y diseño. Estos sectores son muy dinámicos y sus procesos de innovación se basan en gran medida en resultados obtenidos por el mismo sector servicios.

Soete y Miozzo (1989) señalan que un mismo sector como el de comunicaciones, puede situarse en más de una categoría, ya que es un sector intensivo a escala y de base científica pero también es un sector proveedor especializado.

La crítica más importante a las clasificaciones de estos autores es que ponen demasiado énfasis en la innovación tecnológica, olvidándose de la innovación no tecnológica, tan frecuente en el sector servicios. Por esta razón en los últimos tiempos se están realizando esfuerzos por analizar otras características como el grado de personalización de los servicios, dado que la evidencia parece mostrar que aquellas empresas con mayor capacidad para producir productos “a medida” son más innovadoras que las que producen servicios estandarizados.

En cualquier caso, el análisis de las particularidades de la innovación en servicios está siendo objeto de atención en estos momentos y, con toda seguridad, en los próximos años dispondremos de nuevos conceptos y de nuevos indicadores, que permitirán describir de una manera adecuada la innovación en este sector.

## CAPITULO II. LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Si bien parece innegable el hecho de que la empresa tiene que aprender a convivir con el reto de la innovación, a lo largo de estos años hemos aprendido que su éxito no es inmediato y el número de fracasos es alto. La clave del éxito de una innovación no reside tanto en disponer de la tecnología como de la dirección del proceso de cambio tecnológico. Porque la verdadera ventaja que la empresa posee es su capacidad para reconocer señales del entorno que le alerten sobre amenazas y oportunidades, interpretar estas señales y definir una estrategia, adquirir o generar los conocimientos y recursos tecnológicos que necesite, implementar la tecnología elegida para aplicar el cambio y, finalmente, aprender de esta experiencia. La gestión de la innovación, al definir el modo en que todas estas actividades se integran, se convierte así en un instrumento directivo de primera magnitud, capaz de contribuir substancialmente al éxito y al desarrollo de la empresa.

Según Roberts la gestión de la innovación puede definirse como *“la organización y dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos, la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los ya existentes y, la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y uso”*.

Sobre la base de esta definición, en este capítulo se describe el cometido<sup>4</sup> de la gestión de la innovación a partir de los elementos sobre los que el gestor puede actuar para lograr una dirección eficiente del cambio tecnológico. El manejo de estos elementos por parte de la dirección conducirá el cambio de los productos y servicios y el modo en que ellos son creados y suministrados.

### 2. ELEMENTOS CLAVE DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

El problema que aborda la gestión de la innovación es claro. Con el fin de permanecer en el mercado, la empresa requiere que su oferta y el modo en que es creada y suministrada permanezcan en un estado continuo de cambio y, para poder hacerlo, la empresa debe:

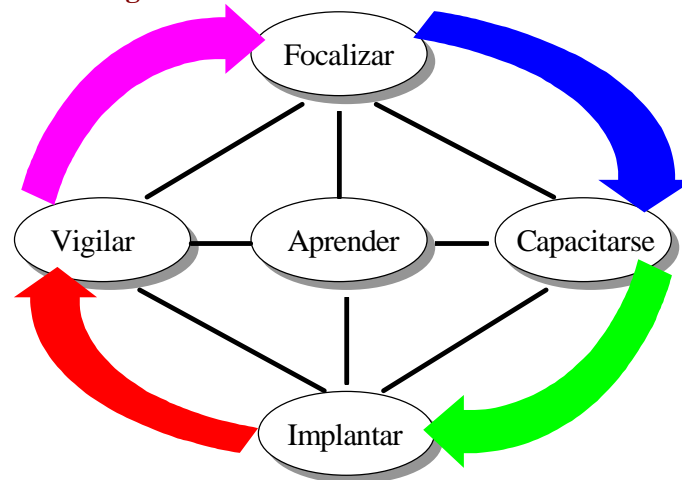
- *Vigilar* el entorno en busca de señales sobre la necesidad de innovar y sobre oportunidades potenciales que puedan aparecer para la empresa. Su objeto es el de preparar a la organización para afrontar los cambios que le puedan afectar en un futuro más o menos próximo y conseguir así su adaptación.
- *Focalizar* la atención y los esfuerzos en alguna estrategia concreta para la mejora del negocio, o para dar una solución específica a un problema. Incluso las organizaciones mejor dotadas de recursos no pueden plantearse abarcar todas las oportunidades de innovación que ofrece el entorno, y debe seleccionar aquellas que en mayor medida puedan contribuir al mantenimiento y mejora de su competitividad en el mercado.
- *Capacitar* la estrategia que se haya elegido, dedicando los recursos necesarios para ponerla en práctica. Esta capacitación puede implicar sencillamente la compra directa de una tecnología, la explotación de los resultados de una investigación existente, o bien realizar una costosa búsqueda para encontrar los recursos apropiados.
- *Implantar* la innovación, partiendo de la idea y siguiendo las distintas fases de su desarrollo hasta su lanzamiento final como un nuevo producto o servicio en el mercado, o como un nuevo proceso o método dentro de la organización.
- *Aprender* de la experiencia, lo que supone reflexionar sobre los elementos anteriores y revisar experiencias tanto de éxito como de fracaso. En este sentido, es necesario disponer de un sistema

---

<sup>4</sup> Este es el marco de referencia que se ha utilizado en el proyecto TEMAGUIGE., realizado por la Fundación Cotec en colaboración con CEMTRIM (Universidad de Brighton), IRIM (Universidad de Kiel), Manchester Business School (Universidad de Manchester) y Socintec.

de valoración que alimente y asegure la mejora continua en el propio proceso de cambio tecnológico.

**Figura 3. Elementos clave de gestión de la innovación**



Fuente: TEMAGUIDE (1998)

La velocidad a la que se mueve este ciclo determina el ritmo de cambio de la empresa y, con ello, de su mejora competitiva, y su buena marcha depende del funcionamiento de los cinco elementos considerados claves. La fuerte interrelación que existe entre ellos requiere una gran coordinación de los mismos, porque su funcionamiento espontáneo no garantiza el éxito de la empresa. Fallos en la ejecución de este proceso o desviaciones en su dirección se traducen en pérdidas en la capacidad de innovación de la empresa y en su competitividad.

Por supuesto, las empresas poseen una gran libertad para realizar este proceso, de tal forma que las grandes empresas lo desarrollan de forma mucho más extensiva que las pequeñas, quienes trabajan de un modo más informal. Las organizaciones más intensivas en tecnología, como las farmacéuticas, se concentran más en la I+D y le dedican una gran cantidad de recursos mientras que, por ejemplo, las empresas textiles enfatizan mucho más las innovaciones relativas a sus relaciones con los clientes. Pero al margen de estas diferencias, los elementos clave del proceso de innovación se mantienen y es labor de la empresa adaptarlos a sus circunstancias particulares.

Con el objetivo de ayudar al directivo a mejorar la capacidad de gestión de la innovación de su empresa, a continuación nos proponemos analizar a un nivel más detallado cada uno de sus cinco elementos clave.

### **2.1. Vigilar**

Como ya señalamos en el capítulo anterior, la globalización de la competencia, el avance tecnológico, el aumento de las exigencias de los clientes y los cambios en las legislaciones son algunas de las causas que más están modificando los imperativos a los que tienen que hacer frente las empresas para seguir en el mercado. La elección es simple: adaptarse o morir.

El resultado más inmediato que se desprende de las actuales reglas de competitividad industrial es la reducción del ciclo de vida de los productos en un gran número de industrias. El diseño de un producto se convierte en obsoleto con la rapidez con la que su funcionalidad es superada por la introducción de otro nuevo. En estas circunstancias, la empresa que quiera mantenerse competitiva debe ser más eficiente que antes y aprovechar mejor sus recursos, ya que ahora, con los mismos, debe realizar más desarrollos de productos. Paralelamente, la empresa también tiene que responder a las demandas de los clientes y a las actuaciones de sus competidores, lo que implica que debe ser rápida

en identificar oportunidades y sacar al mercado el producto o proceso que mejor se adapte a la nueva situación.

Ser más rápido y más eficiente es esencial, pero aún no es suficiente. Los productos deben ir dirigidos a satisfacer directa o indirectamente una demanda cada vez más exigente y diversificada. A este respecto, los nuevos productos y procesos deben cumplir especificaciones más rigurosas en cuanto a facilidad de uso, fiabilidad y condiciones de diseño que aumenten su valor para el consumidor.

Ciertamente, las nuevas reglas de la competitividad industrial están incrementando la incertidumbre del entorno. Para sobrevivir en un entorno de tales características, es esencial que la empresa primero, esté vigilante a cualquier tipo de señales de cambio; segundo, entienda la naturaleza de ese cambio e interprete las amenazas y oportunidades que ofrece a la empresa; y tercero, identifique las necesidades de cambio más urgentes por su previsible efecto en la competitividad de la empresa. La capacidad de adaptación de la empresa va a depender de su capacidad de interpretar y analizar una realidad cada vez más compleja.

## **2.2. Focalizar/El desarrollo de la estrategia**

La experiencia y la investigación han mostrado en numerosas ocasiones como aquellas empresas que orientan la innovación hacia la consecución de un objetivo claramente definido, presentan una mayor probabilidad de éxito. Cuando esto no ocurre, cuando no se tiene claro dónde se quiere ir, muy probablemente se llegue a cualquier otro lugar. La cuestión que ahora se nos plantea es identificar aquello hacia donde encaminar la innovación. La estrategia de la empresa es quién debe dar un sentido de dirección a la innovación.

La estrategia de la empresa tiene por objeto generar ventajas competitivas duraderas, es decir, difíciles de imitar por los competidores actuales y potenciales. Su misión es posicionar a la empresa en el mercado<sup>5</sup> para responder a las necesidades de los consumidores de forma superior a cómo lo hacen sus rivales. En todo este proceso, la actuación de la dirección resulta crítica, pues a ella le corresponde primero, determinar los negocios que hay que desarrollar y la forma de competir en los mercados y segundo, organizar el conjunto de actividades que van desde la idea inicial hasta el cliente satisfecho, de forma que se maximice el valor de la empresa en el mercado o, en su caso, se sobreviva.

Si bien es preciso aclarar que ningún comportamiento organizativo que haya alcanzado el éxito o fracaso tiene una fácil explicación, cada vez es mayor la evidencia que relaciona a las empresas más competitivas con aquellas que logran adecuar su estrategia a las características de su entorno y a las peculiaridades de las actividades que componen su estructura de operaciones. Son necesarias, en suma, dos tipos de adaptaciones, una externa, entre el entorno y la estrategia y, otra interna, entre la estrategia y la estructura de operaciones. En caso de no producirse esta adaptación, no sólo pueden desaprovecharse buenas oportunidades, sino que además es probable que la empresa quede despojada de ciertos recursos valiosos.

Inherente al planteamiento desarrollado en el apartado anterior subyace la idea de que las innovaciones, por sí mismas, no garantizan su apoyo a la competitividad de la empresa. Su valor viene justificado por la aportación que realice al producto o servicio que se ofrece al mercado con la intención de ganar y mantener ventaja competitiva. La estrategia establece, por tanto, los criterios de valoración de las innovaciones. La competitividad de una innovación depende de su capacidad para incrementar el grado de consistencia entre lo que la empresa sabe hacer, en términos del producto o servicio que ofrece al mercado, la forma en que lo hace y lo suministra, y los conocimientos que

---

<sup>5</sup> El posicionamiento de la empresa en el mercado requiere el análisis de dos tipos de factores claves. El primer conjunto de factores, externos e incontrolables por la empresa, está dirigido a conocer el atractivo del sector en el que se compite y el comportamiento de las compañías rivales. El segundo grupo, controlado por la empresa, determina la ventaja comparativa de la empresa en el negocio a través del examen de su cadena de valor del negocio (Hax y Majluff, 1991).

necesita de acuerdo a su estrategia competitiva. Por mucho que la innovación se vea favorecida por la aparición de una nueva tecnología o el atractivo de un mercado, si no apoya el propósito de la empresa le impedirá beneficiarse de ella.

### **2.3. Capacitarse**

Una vez que la empresa ha decidido la innovación que quiere desarrollar y conoce la incertidumbre y el riesgo que esta decisión supone, la siguiente fase consiste en dotarse de las capacidades organizativas, conocimientos, habilidades, recursos monetarios, bienes de equipo y herramientas necesarias para conseguirla. La experiencia de la empresa con frecuencia resulta insuficiente para introducir las innovaciones que exige el mantenimiento de su competitividad. Son situaciones que precisan de nuevo conocimiento que, una vez combinado con el ya existente en la empresa, resuelve los problemas que la innovación plantea. Esta adquisición de nuevo conocimiento puede realizarla la empresa básicamente de tres formas: (1) generarlo internamente mediante la realización de investigación y desarrollo, (2) adquirirlo del exterior y (3) desarrollarlo en el marco de un acuerdo de cooperación, ya sea con un centro de investigación o con otras empresas.

El desafío de una I+D eficaz no es simplemente el de asignar recursos en el sistema, sino cómo se utilizan esos recursos. Una gestión eficaz de la I+D requiere una serie de rutinas organizativas, incluyendo una clara dirección estratégica, una comunicación eficaz, una involucración del personal y una integración del esfuerzo de los diferentes grupos.

Como ya apuntamos en el capítulo anterior, no todas las empresas pueden permitirse invertir en I+D. Para muchas empresas el desafío consiste en utilizar la tecnología generada por otros. Si bien ésta opción es una alternativa perfectamente viable, no debemos olvidar las exigencias que plantea. La empresa que decida adquirir la tecnología debe asegurarse que tiene capacidad para encontrar, seleccionar y transferir esa tecnología del exterior a la empresa. Con frecuencia, la adquisición de tecnología del exterior es percibida por la empresa como una simple opción de compra; sin embargo, raramente esto es así. Se trata de que la empresa sea capaz de transformar un activo en alquiler en un activo propio y sentar las bases de un sistema de operaciones más sólido y flexible.

Asimismo, no podemos olvidar que existe un riesgo de dependencia, que será tanto más importante cuanto mayores sean las necesidades de conocimientos de la empresa y más concentrada esté la fuente de abastecimiento. Esta dependencia se acentúa cuando la empresa no posee los conocimientos necesarios para su aplicación y desarrollo, lo cual exige un apoyo, generalmente de la empresa cedente en forma de asistencia técnica. Para minimizar esta dependencia, los elementos de apoyo, a su vez, deben ser objeto de negociación en el acuerdo de compra.

Como solución intermedia entre la generación interna del I+D y su adquisición del exterior, cada vez con más frecuencia la empresa está recurriendo a acuerdos de cooperación en I+D tanto con universidades e institutos de investigación como con otras empresas, que complementen las tecnologías generadas internamente con un grupo más amplio de tecnologías generado en el exterior. Su objeto es coordinar en un proyecto conjunto las actividades de I+D así como compartir, en diversa medida, el conocimiento generado con tal esfuerzo común. Así, por ejemplo, en los sectores de automoción o aeronáutico son típicas las colaboraciones entre los proveedores y los usuarios de tecnología. La capacidad de gestionar estas redes puede ser, en sí misma, fuente de ventaja competitiva. El reto está en conocer qué elementos hay que subcontratar y cuáles hay que retener internamente, por ser claves para la competitividad de la empresa.

### **2.4. Implantar**

Con la capacitación la empresa ha visto aumentada su base de conocimientos, pero esto no necesariamente significa que la empresa sea más competitiva. La cuestión que ahora se nos plantea es cómo convertir el conocimiento y tecnología adquiridos en mejoras para la empresa. La evidencia nos

dice que estos deben introducirse en el sistema de operaciones de la compañía y materializarse en un producto o proceso nuevo o mejorado. Cuando esto ocurre, la empresa obtiene mejores resultados de sus operaciones, pudiendo ofrecer un mejor servicio al cliente e incrementar su ventaja competitiva.

De acuerdo con lo anterior, implantar una innovación significa asegurarse de que ideas intangibles, datos de mercado y tecnologías se transforman en un nuevo producto o proceso. A un mayor nivel de detalle, y para el caso concreto de las industrias manufactureras, la implantación de una innovación de producto consiste en insertar en unos diseños físicos de producto los conocimientos que dan contenido a sus especificaciones. Se comienza diseñando los distintos componentes del producto para, posteriormente, pasar a ensamblarlos en un prototipo final que es sometido a pruebas que aseguran el cumplimiento de los objetivos originales.

Por su parte, la implantación de una innovación de proceso persigue la construcción de herramientas y equipos de trabajo capaces de fabricar el producto según las especificaciones de diseño. Al igual que el diseño del producto, estas herramientas deberán ser combinadas y pasar unos *tests* que simulen la funcionalidad del proceso de producción. Esto, que normalmente se conoce como producción piloto o fabricación de la preserie en la industria manufacturera, tiene por objeto la construcción de un número suficiente de unidades de producto que permitan probar la capacidad que tiene el nuevo proceso de ser ejecutado a un nivel comercial. Este es el punto en el que todo el sistema -componentes, herramientas, equipos, secuencias de ensamble, ingenieros, operadores, técnicos, supervisores- debe operar de forma conjunta y, además, hacerlo de forma que se pueda sostener un determinado volumen de producción.

Conforme la empresa va adquiriendo confianza en sus capacidades de producción, mejorando su consistencia interna y desarrollando el mercado, el volumen de producción se incrementará. Finalmente, la empresa habrá alcanzado sus objetivos finales de volumen, coste y calidad deseados.

Resumiendo, la implantación de una innovación, tanto de producto como de proceso, agrupa todo el conjunto de decisiones que se combinan para transformar un concepto inicial de producto en una realidad física. Desde este punto de vista, uno de los principales retos radica en conseguir que todo el conjunto de detalles que componen esta fase se integre de forma coherente. Organizativa mente, esto requiere facilitar la comunicación<sup>6</sup> y permitir el desarrollo de *interfaces* entre las áreas de I+D, marketing, producción, etc. Para conseguir esto, suele ser útil el trabajo en equipo y la aplicación de técnicas como la ingeniería concurrente o el despliegue de la función de calidad.

## 2.5. Aprender

No hay innovación sin aprendizaje y generación de conocimiento. De ahí que los cuatro elementos de la gestión de la innovación desarrollados con anterioridad hayan sido dirigidos a este fin. Sin embargo, esta idea de aprendizaje resulta incompleta para nuestro estudio acerca de como las empresas gestionan la innovación. Existe otro tipo de aprendizaje no considerado hasta ahora, que se conoce como *aprender a aprender* o, si se prefiere, aprender a gestionar la innovación tecnológica. Se trata de un aprendizaje organizativo cuyo objeto es reflexionar sobre los elementos anteriores, revisar experiencias tanto de éxito como de fallo, y aprender a realizar este proceso cada vez más eficientemente. Su objeto es crear rutinas que ayuden a dirigir el proceso de cambio.

Aprender a gestionar la innovación es algo similar a aprender a conducir un coche. Al principio nuestra mayor preocupación es aprender a dirigir el coche o a cambiar las marchas. Gradualmente vamos desarrollando más y más habilidades. Así, hasta el punto que su integración nos permite adquirir las competencias básicas para conducir un coche y pasar el examen de conducir. Pero el

---

<sup>6</sup> Los estudios pioneros de Allen (1977) sobre modelos de comunicación, muestran como el nivel de comunicación cae vertiginosamente cuando las personas que integran un grupo de trabajo no operan próximas. Este dato ofrece un fuerte soporte para la colocación de equipos de desarrollo.

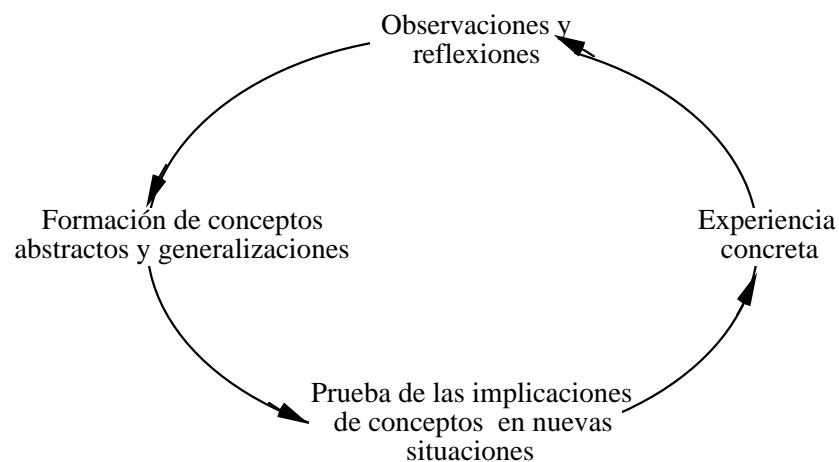


aprendizaje no termina aquí. Con el tiempo, uno va conduciendo diferentes coches, por diferentes carreteras de distintos países bajo condiciones diversas, de forma que cada vez vamos desarrollando nuevas habilidades. Esto continúa así, hasta que un día nos damos cuenta que hemos estado durante unos minutos concentrados en alguna otra cosa -hablando con algún otro pasajero, escuchando la radio- mientras conducíamos. Este es el momento en que conducir un coche se ha convertido en algo automático, en una rutina.

El patrón es el mismo para la gestión de la innovación; se pasa de un progreso ocasional y accidentado a una fase de progreso continuo, prácticamente automático. Por supuesto, igual que al conducir un coche, nunca se tiene todo bajo control, siempre queda la posibilidad de que haya un accidente. La sorpresa puede aparecer en cualquier momento y el conductor necesita estar siempre vigilante y preparado para adaptarse y cambiar su comportamiento. Análogamente, la dirección de la innovación tiene que estar siempre preparada para reaccionar ante cualquier estímulo no esperado del entorno e idear la forma de hacerlo frente.

Detengámonos brevemente a analizar el proceso de aprendizaje que tiene lugar en las organizaciones. El aprendizaje es concebido como un ciclo de cuatro etapas (Fig. 4). La experiencia es la base para la observación y la reflexión, estas observaciones son asimiladas en una nueva teoría en forma de conceptos abstractos y generalizaciones de la que se deducen nuevas implicaciones para la acción. La prueba de estas ideas crea situaciones nuevas que ofrecen otra experiencia concreta.

Figura 4. El ciclo de aprendizaje



Fuente: Kolb (1984)

El ciclo puede empezar en cualquier punto; pero lo más importante es darse cuenta de que el aprendizaje sólo ocurre cuando el ciclo se completa. Muchas organizaciones son hábiles experimentando y obteniendo resultados de esa experiencia. Lo que con frecuencia falta es tiempo para reflexionar y desarrollar unas formas de pensar que den sentido a las decisiones que toma la empresa.

De acuerdo con este ciclo, aprender a gestionar la tecnología implica:

- Reflexionar acerca de cómo la empresa desarrolla la innovación. Qué funciona bien, qué funciona mal...
- Recoger lecciones aprendidas en torno a este proceso y a partir de ellas construir modelos conceptuales o estructuras de referencia que guíen el comportamiento de la empresa en el futuro.
- Experimentar el deseo de dirigir la innovación de forma diferente la próxima vez y ver si las lecciones aprendidas son válidas.
- Realizar una experiencia concreta y utilizarla como material de reflexión

### 3. EL MARCO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Las empresas no se enfrentan a la gestión de la innovación actuando directamente sobre sus elementos de gestión, porque estos se encuentran inmersos en una serie muy concreta de procesos de negocio, de tal forma que la vigilancia y la focalización pasan a convertirse en elementos del proceso estratégico, orientados a la planificación de la innovación en la empresa a largo plazo. El primero prepara a la organización para afrontar los cambios que probablemente le afecten y el segundo, le proporciona capacidad racional de predecir resultados de las innovaciones antes de que se ejecuten.

La capacitación como proveedor del conocimiento (generación o adquisición) y la implantación de la innovación a través del desarrollo de procesos, productos y servicios están más conectadas con la innovación como resultado, con su ejecución. Son, por tanto, elementos del proceso operativo y, la mayoría de las veces, su éxito está condicionado al del proceso estratégico. Por ejemplo, es fácil encontrarse con empresas que no definen adecuadamente su estrategia de innovación y como consecuencia deciden implantar innovaciones que con frecuencia no redundan en mejoras de competitividad. Asimismo, es fácil observar que la mayor parte de las empresas tratan de introducir mejoras en sus procesos de desarrollo y, sin embargo, y a pesar de que en la mayor parte de los casos este hecho requiere la adquisición de tecnología, nos damos cuenta que con asiduidad es el departamento de ingeniería de producción quien realiza esta adquisición como si de un problema rutinario se tratara, olvidando aspectos importantes a tener en cuenta en este proceso.

El aprendizaje es el único elemento que no tiene una identificación clara dentro de los procesos de negocio, de tal modo que cada proceso debe aprender a reflexionar sobre sus experiencias e introducir mejoras en torno a su propio desarrollo. La ventaja de este enfoque de “organización que aprende” (*learning organization*) es que los resultados y experiencias anteriores son aprovechados de tal forma que, ante situaciones similares en el futuro, la empresa se encuentra mejor preparada y es capaz de reconocer y anticiparse a los problemas.

Claramente, la gestión de la innovación no puede ser responsabilidad de un único departamento. Asimismo, tampoco podemos pensar que sea el cometido exclusivo del director de tecnología o investigación, sino que debe de aprovechar recursos de marketing, producción, compras, ingeniería, calidad e, incluso, del exterior de la empresa –la cadena de proveedores, redes tecnológicas. Es por ello que las actividades o procesos sobre los que descansan sus elementos de gestión deben trabajar de forma conjunta para conseguir un desarrollo eficiente.

#### 3.1. Herramientas de apoyo a la gestión de la innovación.

Finalmente, es conveniente conocer algunas de las herramientas o prácticas de gestión de la innovación más habituales. La tabla 1. muestra cómo determinadas herramientas pueden ayudar a la gestión de los elementos clave del proceso de innovación<sup>7</sup>, y para su utilización pueden combinarse de diversas formas y, ya que alguna de ellas tiene un propósito doble o múltiple, no es necesaria la aplicación de todas. Así, por ejemplo, el funcionamiento en equipo puede solucionar muchos de los problemas de la gestión de interfaces y una buena evaluación de proyectos beneficiará la gestión de cartera.

Estas herramientas no son un fin en sí mismas, ni se eligen para ser aplicadas de forma aislada, sino que su propósito es el de convertirse en parte integral de la gestión de la innovación. En un principio, todas las herramientas identificadas pueden aplicarse a cualquier tipo de empresa, y es labor fundamentalmente de la dirección su adaptación y ajuste a las necesidades particulares y características de cada empresa.

---

<sup>7</sup> La descripción individual de cada una de las herramientas puede encontrarse en Temaguide, COTEC (1998).

## HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA

Herramientas	Vigilar	Focalizar	Capacitarse	Implementar	Aprender
Análisis de mercado	X	x		x	x
Perspectiva tecnológica	X	x			
Benchmarking	X	x			x
Análisis de patentes	X	X			
Auditorías	x	X			x
Gestión de cartera		X			x
Evaluación de proyectos		X	x		x
Creatividad	x	X	X	X	x
Gestión de derechos de la propiedad intelectual e industrial			X		
Gestión de interfaces			X	X	
Gestión de proyectos			X	X	
Trabajo en red	x	x	X	X	x
Funcionamiento en equipo		x	X	X	x
Gestión del cambio				X	
Funcionamiento ajustado		x		X	x
Análisis de valor		x		X	
Mejora continua				X	X
Evaluación medioambiental	x	x			X

X Herramienta plenamente aplicable en esta etapa

x Herramienta con posible aplicación en esta etapa

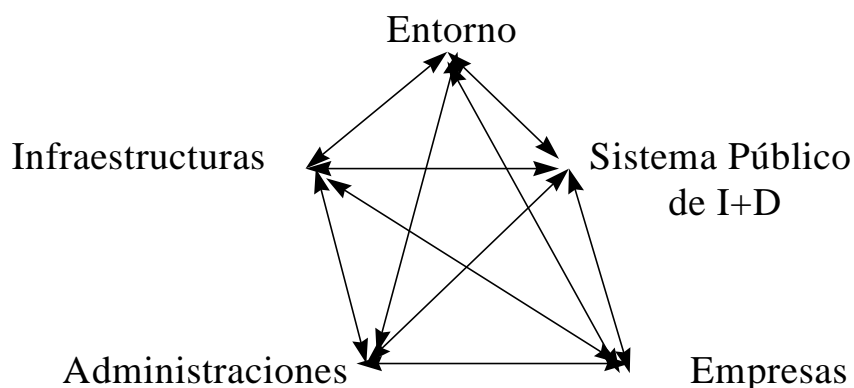
## CAPITULO III. EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

### 1. EL SISTEMA DE INNOVACION

La innovación es, tal y como la hemos descrito en los dos capítulos anteriores, una actividad protagonizada principalmente por la empresa, pero la empresa no innova en solitario, sino formando parte de un conjunto de relaciones que constituyen el sistema de innovación. Está demostrado que el potencial innovador de las empresas está condicionado por la preocupación que existe en sus países de origen por desarrollar la actitud innovadora en la sociedad, ya que el modo en que se gestionen los recursos dedicados a potenciar el sistema de ciencia y tecnología es esencial para la generación y difusión de innovaciones, es decir para el progreso técnico de un país. Un sistema nacional de innovación bien gestionado puede permitir que un país progrese rápidamente, aunque sus recursos sean limitados, gracias a la combinación efectiva de la adquisición de tecnología importada y de los trabajos propios de adaptación y desarrollo.

En este capítulo se presenta la estructura y competencias de todos los agentes que deben intervenir en la producción propia del conocimiento que puede llegar a ser económicamente útil. El sistema español de innovación fue modelado en el Libro Blanco titulado “El sistema español de innovación: diagnósticos y recomendaciones” (Cotec, 1998), donde se han identificado cinco subsistemas: la administración pública, el sistema público de I+D, las infraestructuras de soporte a la innovación, las empresas y el entorno.

**Figura 5. El sistema español de innovación**



### 2. LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

En la actualidad, las administraciones públicas de todos los países avanzados apoyan activamente el proceso de innovación. Este apoyo se concreta en una serie de políticas y actuaciones que afectan a todas las etapas de creación, difusión y uso del conocimiento. Sus principales objetivos son:

- *El fomento de la innovación.* Se concreta en la concesión de subvenciones y créditos blandos y en normas de política fiscal sobre las actividades de innovación. Además, son frecuentes acciones intangibles como la emisión de recomendaciones o la realización de campañas publicitarias o programas de prospectiva tecnológica.
- *La difusión de innovaciones y la transferencia de tecnología.* Son cada vez más frecuentes los programas de comunicación cuyo objeto es la difusión de soluciones tecnológicas o la información al mundo empresarial de las capacidades tecnológicas que le son accesibles dentro de su entorno. Forman parte también de estos objetivos la creación o el apoyo a instituciones orientadas a este fin, tales como oficinas de transferencia de tecnología, centros empresariales de innovación, fundaciones universidad-empresa, etc.

- *La regulación de aspectos relacionados con la innovación tecnológica* tanto técnicos (calidad, seguridad de los usuarios, normalización) como jurídicos (propiedad industrial, competencia).
- *La organización del sistema público de I+D.* La consecución de este objetivo requiere desde la preparación de norma legislativas hasta la gestión de ayudas a las empresas, pasando por el diseño de acciones de orientación de las actividades científicas y tecnológicas de los centros públicos de investigación, los cuales constituyen el sistema público de I+D.

Veamos a continuación las políticas de desarrollo tecnológico e innovación en sus tres niveles: nacional, autonómico y europeo.

## **2.1. Ámbito nacional**

Las acciones que a este nivel realiza la administración pública con consecuencias en el proceso de innovación se presentan agrupadas en dos grandes grupos: acciones que comportan incentivos financieros y acciones que comportan incentivos no financieros.

### 2.1.1. Los incentivos financieros

Las acciones que comportan incentivos financieros tienen por objeto el incremento de la asignación de recursos que las empresas destinan a las actividades de I+D e innovación, reduciendo para ellos el coste de la inversión. Se pueden agrupar en tres grandes categorías: subvenciones, incentivos fiscales y compras públicas. Aunque estos tipos de incentivos son extensamente empleados en los países de la OCDE, no todos los países le dan el mismo peso relativo. En España, por ejemplo, la tendencia reciente es hacia la expansión de los incentivos fiscales en detrimento de las subvenciones.

- Subvenciones a la I+D+I

Las subvenciones a la I+D+I son el instrumento más clásico de política tecnológica, y representan ayudas selectivas que generalmente se aplican en áreas donde los elevados costes asociados y la incertidumbre de los resultados de la inversión, provocan una asignación insuficiente de recursos.

El Plan Nacional de I+D+I es la principal fuente de financiación pública. El desarrollo científico y tecnológico exige inversiones que favorezcan y faciliten las actividades de investigación y desarrollo. En este sentido, uno de los objetivos de este Plan es la capitalización del sistema, de manera que se asegure la financiación necesaria para el normal funcionamiento de los grupos de investigación en los centros públicos y privados, así como la existencia del equipamiento necesario para desarrollar una investigación de calidad.

Así pues, el Plan Nacional de I+D+I actúa como agente movilizador de recursos humanos y financieros, tanto públicos como privados, hacia los objetivos y prioridades en él establecidos. Aunque presupuestariamente se apoya en el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica, la mayor parte de sus actuaciones implican la movilización de fondos adicionales por parte de la institución beneficiaria de las ayudas, bien por cofinanciación directa o como participación en los gastos generales de funcionamiento y en los gastos del personal que desarrolla dichas acciones.

Las ayudas financieras directas se concretan en distintos programas de apoyo a la I+D+I que se pueden clasificar en: (1) programas genéricos que tratan de incentivar el avance tecnológico en áreas no definidas o definidas en sentido amplio; (2) programas que tratan de fomentar el desarrollo tecnológico en sectores o áreas tecnológicas específicas; y (3) programas que tratan de incentivar la cooperación en investigación entre empresas y sector público.

Asimismo, es preciso destacar que muchos ministerios han diseñado y puesto en práctica otras actuaciones sectoriales de promoción de la I+D y la innovación que no se integran en el Plan Nacional.

- Los incentivos fiscales

Los incentivos fiscales generalmente tienen carácter horizontal, ya que se aplican a todas las actividades innovadoras que abarca la definición fiscal de I+D+I, que es el punto de partida de las medidas fiscales de fomento de la I+D+I. Anteriormente, con la Ley 43/1995 los incentivos se centraban en los gastos de investigación y desarrollo<sup>8</sup>, no existiendo ningún tipo de ventaja para los gastos en innovación, pero el actual sistema de incentivos fiscales a la innovación (Ley 55/1999) ha cubierto algunas carencias detectadas en el anterior sistema, ampliando la definición de actividades de I+D+I sujetas a deducción. Para ello ha definido el concepto de desarrollo de forma más extensa y ha introducido el de innovación tecnológica<sup>9</sup>. Los nuevos conceptos deducibles incluyen los proyectos externos, los gastos de personal investigador, la adquisición de tecnología avanzada, la certificación de normas de calidad, el diseño industrial y la ingeniería de procesos.

Los incentivos fiscales animan a las empresas a plantearse proyectos innovadores y dejan libertad para decidir los campos y los tiempos de su innovación. Sin embargo, la posible diferencia de criterios entre administración y empresas en cuanto a lo que se considera gasto de I+D+I a efectos fiscales, introduce incertidumbre y un riesgo asociado que puede inhibir la decisión de emprender innovaciones, o inducir a acometer sólo aquellas más relevantes (Gonzalez, et al., 2000). A este respecto, el Real Decreto 2060/1999, de 30 de Diciembre, introduce en el nuevo sistema fiscal, la consulta vinculante y la valoración previa de los gastos de I+D+I, por la cual las empresas podrán solicitar a la administración tributaria la valoración, con carácter previo y vinculante, de los gastos correspondientes a dichas actividades que consideren susceptibles de disfrutar de deducciones pertinentes.

- Las compras públicas

Las compras públicas es otra de las herramientas de política tecnológica con la que cuentan los gobiernos para aumentar la capacidad de innovación de las empresas, especialmente en aquellos sectores<sup>10</sup> en los que la demanda pública es de bienes de alto contenido tecnológico y supone un porcentaje importante de la demanda total. La teoría del *demand pull* (Schmookler, 1965), según la cual las innovaciones se generan a partir de las necesidades expresadas por la demanda y conocida por las empresas, justifica el efecto positivo que las compras tienen sobre la innovación. Así, la definición que el sector público hace de las características que debe tener el producto final, determina fuertemente la innovación e influye en sus resultados.

En general, las compras públicas funcionan de una manera parecida a las subvenciones a la I+D+I ya que, si bien en el caso de las subvenciones, el sector público entrega una cantidad de dinero a las empresas para que realicen este tipo de actividad, en el caso de las compras públicas, existe un

---

<sup>8</sup> La Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del impuesto de sociedades que establece las actividades que pueden acogerse a los beneficios fiscales considera investigación a la indagación original y planificada que persiga descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico, y desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento, para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes.

<sup>9</sup> Se considera innovación tecnológica la actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos de producción, o de mejoras sustanciales, tecnológicamente significativas, de los ya existentes. Esta actividad incluirá la materialización de los nuevos productos o procesos en un plano, esquema o diseño, así como la creación de un primer prototipo y los proyectos de demostración inicial o proyectos pilotos.

<sup>10</sup> La defensa y la sanidad pública son algunos de los sectores públicos que requieren más compras de contenido tecnológico y elevado grado de especificidad.

compromiso de compra posterior por parte del sector público, cuyo precio incluye una prima que compensa a la empresa por los costes de la etapa de investigación y desarrollo.

Además, existen otros efectos positivos en los contratos de compra de bienes de alto contenido tecnológico por parte del sector público. Entre ellos destacamos dos: (1) su contribución al aprendizaje y a la formación de los trabajadores, a la reducción de costes y al aumento de la capacidad de absorción de nuevos conocimientos y tecnologías y (2) su actuación como señal para el mercado, ya que la decisión de adquirir el producto puede mejorar la percepción sobre su calidad e indicar posibles aumentos e la demanda, tanto pública como privada, en un futuro. Todos estos beneficios hacen suponer que los contratos del sector público generan I+D+I adicional.

### 2.1.2. Los incentivos no financieros

Tres son los instrumentos no financieros más utilizados en el estímulo del proceso innovador: el sistema de patentes, las políticas de difusión de la innovación y la Cooperación en I+D+I.

- *El sistema de patentes* trata de proteger los derechos del innovador garantizando la propiedad de los resultados de la I+D+I. Una patente es un documento, emitido por una agencia estatal autorizada, que concede el derecho<sup>11</sup> a excluir a cualquier otro de la producción o utilización de un nuevo mecanismo, aparato o proceso durante un número de años establecido. A su vez, el propietario de la patente tiene la posibilidad de conceder licencias a otras empresas, permitiéndoles así la utilización de la innovación a cambio de una retribución, de tal forma que las patentes se convierten también en un instrumento para la difusión de nuevos conocimientos y tecnologías. .
- *Las políticas de difusión de la innovación* tratan de incentivar el uso de una nueva tecnología entre los usuarios potenciales, ya que el desarrollo tecnológico no sólo depende del nivel de las tecnologías que se producen, sino de la capacidad de la nación para aprovechar los resultados tecnológicos.

Las causas más frecuentes por las que una empresa retarda la adopción de una nueva tecnología son: falta de información acerca de las tecnologías disponibles, elevados costes de aprendizaje y falta de capacidad para incorporar la tecnología. Por este motivo, los instrumentos públicos de difusión de la tecnología se han centrado en programas de información y conexión entre oferta y demanda tecnológica (reducción de asimetrías informativas) y en mejorar la capacidad de las empresas para adaptarse a los cambios que suponen las nuevas tecnologías (reducción de los costes de acceso a los conocimientos tecnológicos y mejora de su capacidad de absorción).

- *La Cooperación en I+D+I* entre empresas y entre éstas y otras instituciones -como los centros públicos- tienen por objeto mejorar la rentabilidad de los proyectos al internalizar efectos externos positivos, repartir costes y compartir riesgos. La complejidad del desarrollo tecnológico y el carácter incierto y costoso de la innovación hacen que determinados proyectos no puedan ser abordados por una empresa aislada, especialmente en el caso del tejido empresarial español, constituido principalmente por PYMES. Por esta razón, la Administración ha desarrollado una serie de acciones como la creación y fomento de centros de investigación vinculados a agrupaciones industriales o especializados en tecnologías de aplicaciones múltiples, el desarrollo de contratos de investigación entre empresas y centros de investigación, y de programas de intercambio de investigadores y personal.

Si bien la colaboración en ciencia básica es ampliamente reconocida, existen dificultades para diseñar políticas de cooperación en actividades de investigación más aplicada, o próximas al mercado. El

---

<sup>11</sup> El derecho se otorga al inventor de este mecanismo o proceso después de un examen que se centra tanto en la novedad del invento como en su utilidad potencial.

peligro está en que las empresas alcancen acuerdos en la fijación de precios y *output* que puedan reducir la competencia.

### **2.3. Ámbito autonómico**

Las administraciones autonómicas también desarrollan actuaciones de promoción de la innovación, que son de importancia creciente en el conjunto nacional, de tal modo que en los últimos años se han iniciado múltiples acciones, cuyo presupuesto anual total supera los 60.000 millones de pesetas, unas tres veces los procedentes del Plan Nacional de I+D+I. La importancia económica e institucional de las políticas autonómicas de innovación es muy diversa y no ha tenido un marco general de referencia, ni ha sido objeto de coordinación ya que, por regla general, estas políticas se han centrado en el desarrollo tecnológico industrial y se han concretado en ayudas a las empresas y en la creación de infraestructuras de soporte a la innovación (centros y parques tecnológicos y otras organizaciones de ayuda administrativa).

### **2.4. Ámbito Europeo**

La Administración europea ha tenido una indudable influencia en la consolidación de nuestro sistema público de I+D+I, facilitando su contacto con instituciones y grandes empresas europeas y contribuyendo a modernizar sus métodos de trabajo.

Los instrumentos fundamentales de las políticas de I+D+I de la administración europea son los Programas Marco de I+D, tal y como establece el Acta Única Europea (Art.130). En estos programas se establecen (1) las líneas de investigación prioritaria, agrupadas en formas de programas específicos de I+D, (2) los fondos asignados a cada uno de ellos y (3) las actuaciones mediante las cuales se han de desarrollar y que, básicamente, son proyectos de cooperación tecnológica transnacional, donde participan empresas y centros de I+D de distintos países europeos.

En cuanto a la participación española, también cabe destacar las actuaciones del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), destinadas al fomento del desarrollo tecnológico en regiones españolas consideradas “objetivo 1” bajo la fórmula de subvenciones globales.

## **3. EL SISTEMA PÚBLICO DE I+D**

El sistema público de I+D integra el conjunto de todas las instituciones y organismos de titularidad pública dedicados a la generación de conocimiento mediante la investigación y el desarrollo con el objetivo último de su aplicación al tejido empresarial<sup>12</sup>. Esta compuesto por las universidades y los denominados organismos públicos de investigación (OPI)<sup>13</sup>. Estos últimos, a diferencia de las universidades, no desempeñan actividades de enseñanza superior reglada.

En el actual mercado competitivo y globalizado, la importancia del sistema público de I+D, tanto por ser generador de los conocimientos científicos como por su labor de formación de investigadores, no se deja sentir sólo en los sectores de alta tecnología, sino que también aparece conectado estrechamente con la totalidad del sistema productivo.

Sin duda, la utilidad para la innovación del sistema público de I+D depende no sólo de la calidad de la ciencia y tecnología que desarrolla, sino también de su articulación con el tejido empresarial. Dicha

---

<sup>12</sup> La orientación directa al tejido empresarial no debe ser la única guía para las actividades del Sistema Público de I+D. Numerosos expertos coinciden en señalar la importancia de mantener actividades de investigación básica con el nivel suficiente para mantener la competitividad tecnológica futura.

<sup>13</sup> Al margen de los oficialmente denominados centros públicos de I+D, existen otros pocos centros de investigación de titularidad pública a los que la Ley de la Ciencia no les atribuye este nombre. En este documento todos los centros de investigación pública son denominados OPI, ya que no existen circunstancias que obliguen a un tratamiento específico para el objetivo del presente documento.



articulación depende tanto de la orientación a la industria del sistema público de I+D como del buen funcionamiento de otras infraestructuras de soporte a la innovación, tal y como se describen más adelante.

El sistema público de I+D cuenta actualmente con unos 40.000 investigadores, frente a los 11.000 que trabajan en la empresa. Esta proporción muestra la gran importancia relativa de nuestro sistema público comparada con Europa, donde casi la mitad de los investigadores desarrolla su investigación en el sector privado.

En España, el hito más destacado de la evolución del sistema público de I+D se concreta en la Ley de Reforma Universitaria (LRU), que estableció las bases para una cultura de colaboración con la empresa, anteriormente poco desarrollada. Con ella se consolida un cambio de modelo en la Universidad española: se paso del centro de formación a la universidad investigadora, organizada en departamentos independientes con incentivos económicos para realizar I+D bajo contrato con el sector privado. En definitiva la LRU estableció las bases para una cultura de colaboración con la empresa, anteriormente poco desarrollada. La LRU, dado el desarrollo del estado de las autonomías en España a lo largo de los 80, previó un destacado papel de la comunidad autonómica en la creación y en el ordenamiento normativo de la actividad de las universidades. Este papel se ha hecho efectivo con la paulatina cesión de las competencias en materia de educación superior a las diferentes administraciones autonómicas.

En igualdad con las universidades, los OPI han experimentado cambios significativos en la última década. La publicación de la ley de Ciencia en 1986 les atribuye un papel central como instrumento directo para la implantación de las políticas públicas de ciencia y tecnología.

Los OPI son alrededor de una veintena, pero tienen dimensiones y orientaciones muy diversas. Un caso muy particular lo constituye el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que cuenta con unos efectivos que suponen el 50% del conjunto de OPI y se dedica prácticamente a todos los campos de investigación, mientras que los demás OPI tienen una orientación más sectorial. En la tabla 1. se incluyen los centros de más interés para la mayoría de las empresas españolas, junto con el Ministerio del que dependen.

<i>Nombre del organismo</i>	<i>Siglas</i>	<i>Ministerio de tutela</i>
Consejo Superior de Investigaciones científicas	CSIC	Ciencia y Tecnología
Centro de Inv. Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas	CIEMAT	Ciencia y Tecnología
Instituto Tecnológico y Geominero de España	ITGE	Ciencia y Tecnología
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial	INTA	Ciencia y Tecnología
Instituto Español de Oceanografía	IEO	Ciencia y Tecnología
Inst. Nac. de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	INIA	Ciencia y Tecnología
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas	CEDEX	Fomento
Instituto de Salud Carlos III	ISC III	Sanidad y Consumo
Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo	CEHIPA	Defensa

Fuente: López Facal, 1998 y elaboración propia

A pesar del papel central que La ley de la Ciencia atribuye a los OPI dentro del sistema público de I+D, la universidad española aporta actualmente más del 60% de los investigadores públicos españoles y ejecuta más del 63% del gasto en investigación del sector público superando, por tanto, a los OPI en ejecución de gasto, siendo esta una distancia que aumenta de forma continua.

#### **4. LA INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE DE LA INNOVACIÓN**

Por infraestructuras de innovación se entiende el conjunto de entidades de muy diversa titularidad concebidas para facilitar la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, tanto propios como de terceros, expertos en tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y toda una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica.

Estas infraestructuras constituyen un poderoso instrumento de articulación del sistema de innovación, al situarse como interfaces entre las empresas, por una parte, y las administraciones y los centros públicos o privados dedicados a la investigación científica y tecnológica por la otra.

Las infraestructuras de apoyo a la innovación son particularmente importantes en el caso de las PYMES, ya que estas empresas, especialmente las pertenecientes a sectores productivos tradicionales<sup>14</sup>, tienen mayores dificultades para acceder a la información, recursos humanos, recursos financieros e instalaciones necesarios para desarrollar por sí mismas procesos de innovación. Las infraestructuras se configuran así, como entidades de servicios avanzados orientadas a complementar los recursos que la empresa necesita en su función innovadora.

En España, el protagonismo del desarrollo de las infraestructuras de innovación ha correspondido fundamentalmente a las administraciones autonómicas, que con frecuencia han recurrido a estas infraestructuras como instrumento de apoyo a la modernización del tejido productivo regional y, en general, como una manifestación de sus políticas industriales.

Los centros y los parques tecnológicos son las infraestructuras de soporte que más incidencia tienen en la innovación.

- Los centros tecnológicos son verdaderos proveedores de servicios de carácter tecnológico como: la realización de I+D bajo contrato, la transferencia y la difusión de la tecnología, la información y asesoría en materia de gestión de la innovación, e incluso, la formación. Su principal característica es su gran variedad, tanto en el grado de excelencia tecnológica como en la gama de servicios que presentan y en su orientación geográfica y sectorial.
- Los parques tecnológicos son iniciativas urbanísticas de ámbito local o regional, destinadas a estimular la inversión en actividades de alta tecnología, fomentar la comunicación entre los sectores investigador e industrial y crear empleo mediante la concentración física de empresas con base tecnológica. En este medio, la difusión de innovaciones y la transferencia de tecnología debería culminar con el nacimiento, en el parque y sus inmediaciones, de un tejido de PYMES innovadoras.

#### **5. LAS EMPRESAS**

La innovación, tal y como hemos visto en los capítulos 1 y 2, es un fenómeno fundamentalmente empresarial ya que, si bien otros agentes pueden facilitar o catalizar el proceso, en una economía de mercado sólo la empresa innova. Pero aunque la empresa es el elemento fundamental de todo proceso de innovación, en el caso español es considerado el eslabón más débil de la cadena.

La existencia de una clara relación entre las características del tejido productivo español y el modo en que las empresas innovan<sup>15</sup>, hace que nos detengamos brevemente a describir el sistema productivo español.

---

<sup>14</sup> Se entiende por sectores productivos tradicionales aquéllos cuyas cadenas de valor añadido no incorporan un alto componente de I+D.

<sup>15</sup> Véase Pavitt, 1984.

La estructura productiva española presenta una terciarización similar a la de los restantes países desarrollados. Asimismo, en términos de dimensión de las empresas, el tejido productivo español está formado, como en la mayoría de los países europeos<sup>16</sup>, fundamentalmente por empresas pequeñas y medianas<sup>17</sup>.

Considerando la estructura sectorial de la industria española, ésta ha registrado importantes modificaciones en los últimos años que han supuesto un aumento de la participación de los sectores más innovadores y dinámicos. Aún así, es preciso decir que la empresa española no ha basado su expansión en la innovación ya que, según la encuesta sobre innovación tecnológica de las empresas en 1996 (INE, 1999), sólo el 9,6% de las empresas industriales españolas son innovadoras frente al 25% de las europeas. En términos de I+D, el porcentaje del gasto de I+D empresarial sobre el PIB es del 0,4% para España, una tercera parte del porcentaje registrado por Europa que se sitúa en el 1,2%. Si bien estos datos ponen de manifiesto un cierto desfase respecto a Europa, un análisis de su evolución muestra que el porcentaje de empresas innovadoras que realiza I+D ha aumentado en todos los sectores, demostrando que la I+D constituye un factor clave de innovación.

Cuando, a partir de la encuesta de innovación tecnológica 1996, se realiza un estudio por tamaño de la empresa, medido tanto por el número de empleados como por cifra de negocio, se observa que a medida que aumenta el tamaño de la empresa, aumenta el número de empresas innovadoras y, dentro de ellas, el de empresas que efectúan I+D. Asimismo, si tenemos en cuenta que el 75,85% del gasto y el 76% de los empleados de I+D se concentran en las empresas de más de 200 empleados, podemos concluir que el esfuerzo de I+D del tejido empresarial español muestra signos de concentración.

La situación mostrada en el párrafo anterior debe ser matizada. Cuando las empresas adoptan estrategias tecnológicas activas, el esfuerzo relativo (expresado en % gastos de I+D en porcentaje del volumen de ventas) de las PYME es superior al de las grandes empresas.

El informe Cotec (1999) señala que el esfuerzo de I+D del tejido empresarial español muestra signos de concentración en algunos sectores. Por grandes sectores, se observa una concentración en el sector industrial del gasto en I+D que representa el 82% del gasto total para 1997 (las empresas de servicios realizan el 13% del gasto total). La distribución del gasto de I+D dentro de la industria se agrupa a su vez en tres sectores: el químico, el eléctrico/ electrónico y óptico y el de fabricación de materiales de transporte. Estos tres sectores realizan por sí solos cerca de las tres cuartas partes del gasto de I+D en la industria y el 57% del gasto total de I+D total de las empresas.

Finalmente, conviene indicar que las empresas españolas parecen innovar principalmente reaccionando a estímulos externos (exigencias de los clientes, presión de los competidores), y no tanto como consecuencia de su iniciativa de explotar nuevas oportunidades. El objetivo final de la innovación es aumentar o mantener la cuota de mercado a partir de la diversificación del producto principal, con una presencia menor de motivaciones como la apertura de nuevos mercados o la obtención de ventajas derivadas de una pronta presencia en nuevos subsectores<sup>18</sup>.

## 6. EL ENTORNO

Además de los agentes anteriormente descritos, una serie de factores en el entorno de las empresas influyen en sus procesos de innovación. En este apartado abordaremos sólo la influencia que dos de

---

<sup>16</sup> Si bien hay que matizar que España cuenta con un mayor número de PYME y un menor número de grandes empresas.

<sup>17</sup> Se define la PYME como la empresa que emplea menos de 250 trabajadores

<sup>18</sup> Para un mayor análisis del tema véase IMAD (1995) y Miner(1994).

estos factores tienen sobre la innovación en la empresa española: (1) los mecanismos de financiación de las empresas y (2) las características del capital humano.

### **6.1. Los mecanismos de financiación de las empresas**

La importancia del sistema financiero para la innovación ha sido puesta de manifiesto por la Comisión Europea (1996) en los siguientes términos: “*La capacidad de innovación de la Comunidad Europea depende en gran medida de la financiación de la innovación (...). La financiación es el obstáculo a la innovación más citado por las empresas, independientemente de su dimensión, en todos los países de la UE y prácticamente en todos los sectores*”.

Las peculiaridades del proceso de innovación hacen que los mercados financieros y las entidades financieras tradicionales, no resulten con frecuencia los más adecuados para su financiación, haciéndose necesaria la existencia de instituciones especializadas en la financiación de la innovación, tales como las entidades de capital-riesgo y de unos mercados bursátiles adecuados (segundos mercados).

- *El capital-Riesgo*

El “capital-riesgo” es una actividad financiera que aporta fondos permanentes a compañías que, por su tamaño, no pueden aspirar a entrar en el mercado de valores para vender con plusvalías a medio y largo plazo. La forma de canalizar el capital hacia estas pequeñas y medianas empresas, en buena medida innovadoras, es a través de la toma de participaciones en el capital social de las mismas, generalmente en forma minoritaria y temporal. En la financiación empresarial mediante capital-riesgo se identifican claramente tres elementos distintivos: el inversor, el receptor y el intermediario. El *inversor* constituye la llamada fuente de capital-riesgo. El perfil del inversor es muy diverso y abarca desde el inversor independiente, hasta los bancos, fondos de pensiones, Estado, etc.

Las *empresas receptoras* de este capital son, por lo general, jóvenes, portadoras de proyectos innovadores para fabricar nuevos productos, con alto potencial de crecimiento, poco personal pero muy especializado, dirigidas por un propietario/empresario y, al ser de dimensión pequeña o mediana, su tamaño no les permite obtener recursos en el mercado de valores<sup>19</sup>.

Para relacionarse con el pequeño y mediano empresario (las empresas receptoras de fondos), el inversor, o fuente de capital riesgo, suele utilizar un intermediario para llevar a cabo la financiación, que es la *Sociedad Capital Riesgo* (SCR). Se trata de sociedades anónimas que invierten sus propios recursos en las empresas innovadoras con el objeto de hacer de intermediarios entre los inversores, que buscan altos beneficios, y los promotores de la empresa, que buscan capital para financiar algo que frecuentemente es sólo una idea prometedora; garantía a la que los banqueros tradicionales no conceden valor. A cambio de ese capital los promotores de las empresas innovadoras entregan parte de sus derechos de propiedad sobre la compañía (a menudo el 50%).

Los Fondos Capital Riesgo (FCR) son otro instrumento de capital-riesgo. Poseen el mismo objeto que las Sociedades Capital Riesgo pero, como fondos patrimoniales que son, deben ser administrados por una Sociedad Gestora de Capital Riesgo (SGCR). El cuadro 6 caracteriza a las Sociedades y Fondos capital-riesgo según la recientemente aprobada Ley Reguladora de las Entidades de Capital Riesgo y de sus Sociedades Gestoras (6 de enero de 1999), que dota a esta actividad de un marco más estable, una fiscalidad más suave y mayor simplificación.

### **Características de Fondos y Sociedades Capital Riesgo**

---

<sup>19</sup> Véase Fernández-Sánchez, 1996.

CARACTERÍSTICAS	FONDOS	SOCIEDADES
<b>Objeto</b>	Compra temporal de participaciones en empresas no cotizadas. Podrán facilitar préstamos participativos. No pueden ser sociedades financieras.	El mismo
<b>Autorización y supervisión</b>	Comisión nacional del Mercado de valores (CNMV)	CNMV
<b>Inversiones</b>	Al menos el 60% en acciones y participaciones de no cotizadas. Un 30% de este porcentaje pueden ser en préstamos participativos.	Lo mismo
<b>Limitaciones</b>	No podrán invertir más del 25% de su activo en una misma empresa. Ni más del 35% en empresas pertenecientes al mismo grupo de sociedades. Tampoco en empresas pertenecientes a su grupo. Existen excepciones.	Lo mismo
<b>Información</b>	Memoria anual y folleto informativo remitidos a la CNMV. Información de desinversiones importantes.	Facilitar toda la información pedida por la CNMV sobre desinversiones importantes.
<b>Capital</b>	Mínimo de 275 Mpts., exclusivamente en efectivo. Dividido e participaciones nominativas de igual valor.	Mínimo de 200 Mpts. en acciones de igual valor nominal. El 10% pueden ser bienes que integren su inmovilizado.
<b>Reglamento propio</b>	Contemplará el plazo de duración, la periodicidad para calcular el valor de la participación, el plazo de la prohibición de suscripción y desembolso	Por determinar
<b>Fiscalidad</b>	Igual que un FIM	Igual que un SIM

Fuente: El país (4 de Abril, 1999)

- *Los segundos mercados*

Existe una práctica unanimidad entre los expertos en que una de las condiciones básicas para el rápido desarrollo de proyectos innovadores es la existencia de un mercado capaz de dar liquidez a los inversores y posibilitar las desinversiones en un periodo de tiempo razonable.

En España existen tres tipos de mercados de valores: el Mercado Nacional Continuo, los corros locales y los Segundos Mercados, que en EE.UU. (Nasdaq)<sup>20</sup> y en Japón (Jasdaq), han tenido una gran importancia para la financiación de las empresas más innovadoras.

Los segundos mercados surgieron en el mundo como un mecanismo orientado a posibilitar la admisión a cotización de empresas que, difícilmente, pueden acceder a los mercados oficiales debido a los requerimientos de admisión imperantes en los mismos. En otras palabras, han venido a responder a la creciente necesidad de dinamizar la creación y el acceso al mercado de capitales de las PYMES, al estar éstas más capacitadas para el fomento del empleo y la innovación.

<sup>20</sup> Una de las principales razones que justifican el éxito de la innovación en este país es la existencia de un eficiente segundo mercado (NASDAQ), donde cotizan en la actualidad más de 5.500 empresas que dan empleo a más de 9 millones de trabajadores, fundamentalmente en el sector de empresas de alta tecnología, cuyas características y en particular las necesidades de financiación para hacer frente a un rápido crecimiento, se ajustan mejor a las necesidades de un segundo mercado.

Las condiciones para la admisión a cotización en el segundo mercado se tratan de adecuar a las características de las PYME. Así, para solicitar la admisión a la CNMV y a la sociedad receptora de la Bolsa correspondiente se exige como requisitos: capital mínimo desembolsado y reservas no inferiores a 25 millones de pesetas, auditoría completa de la sociedad por expertos reconocidos y suscripción de un contrato con una sociedad de contrapartida para facilitar la oferta de títulos y dinero al mercado.

A pesar de querer rellenar el hueco existente entre los mercados de valores oficiales y los mercados informales y no regulados, en los que empresas e inversores intercambian acciones, los segundos mercados han registrado un escaso éxito en Europa. España no ha constituido una excepción a este comportamiento. Se trata de un mercado muy marginal, esgrimiéndose como razones de su fracaso la exigencia de un capital muy reducido para garantizar la liquidez en Bolsa de una sociedad, la escasa diferencia respecto al capital mínimo para cotizar en el primer mercado, la no existencia de ventajas fiscales, etc. (Parejo y otros, 1997). Este hecho supone un problema para la innovación ya que los Segundos Mercados se concibieron como una vía de acceso de las PYME a capital y financiación, tanto para propósito general como para sus procesos de innovación.

## **6.2. El capital humano**

La innovación requiere de formas de conocimiento tácito, difícilmente codificable, esencialmente depositadas en las personas. Claramente, el éxito del proceso innovador depende en buena medida de la existencia de un capital humano adecuado y de su posterior incorporación al mundo laboral.

La existencia de una oferta de recursos humanos, amplia y cualificada, va a determinar la difusión y la asimilación de nuevas tecnologías, ya que ésta sólo es factible si los trabajadores están convenientemente cualificados y tienen capacidad de adaptación, de forma que se crea vínculo directo entre tecnología, formación y competitividad.

El nivel de cualificación de la mano de obra de un país viene determinado en última instancia por los flujos de inversión en formación y educación que se realizan. El análisis de su evolución muestra como España está realizando un esfuerzo grande de convergencia con los países comunitarios en el terreno de la educación, que comienza a reflejarse en la mejora paulatina de la cualificación de sus recursos humanos. No obstante, España sigue presentando un déficit de cualificación significativo, especialmente en titulaciones técnicas, respecto a los países de su entorno.

Otro hecho significativo de la preparación de la población española es la disparidad existente entre la oferta y la demanda de titulaciones por parte de la industria. El capital humano español muestra una menor orientación hacia las titulaciones de carácter técnico que otros países europeos. Dado que los estudios técnicos son los que, en principio, parecen estar más adaptados a las necesidades de la industria y la adopción de nuevas tecnologías, este dato supone para la industria un déficit competitivo en relación con los países de su entorno, a lo que cabría añadir el hecho de que las empresas españolas cuentan con menos técnicos que las europeas.

Finalmente, si tenemos en cuenta la formación continua como elemento que potencia la mano de obra, se observa que ésta es superior cuanto mayor es el nivel de estudios oficialmente recibidos. Un rasgo común a los países de la OCDE es que la formación continua es recibida, en mayor proporción, por los ocupados que por los parados. Las únicas excepciones se registran en España y Bélgica.

## **CAPITULO IV. EFECTOS ECONÓMICOS DE LA INNOVACIÓN**

### **1. LA ECONOMIA DE LA INNOVACION**

Como ya se ha indicado anteriormente, en una empresa la innovación se puede dirigir a la mejora o creación de nuevos procesos, productos o servicios. Estas innovaciones generan siempre una serie de efectos que posteriormente trascienden la unidad productiva, afectando a todo el sistema económico y social. Así, los residentes se ven afectados en tanto receptores de renta y en tanto agentes de consumo e inversión. Las empresas del sector también son afectadas, pues deben innovar y producir más barato para mantener sus cuotas de mercado. Por último, los efectos también alcanzan al resto de las ramas productivas, fundamentalmente a través de las nuevas demandas de los factores de producción (especialmente trabajo) que son comunes a todas ellas.

En los últimos años, el estudio del efecto económico del progreso científico y tecnológico ha recibido una atención creciente, tanto por parte del mundo académico como de los responsables políticos y de la sociedad en general. Y, si bien es cierta la existencia de un consenso creciente sobre la importancia de la relación entre la innovación y el crecimiento económico basado en la competitividad internacional del tejido empresarial, también existe la advertencia de las posibles repercusiones negativas del progreso técnico, especialmente sobre la creación de empleo. En esta situación, resulta básico detenerse a profundizar en el análisis económico de la innovación, como principal motivo para que las administraciones actuales se sientan fuertemente interesadas en su estímulo.

Este capítulo está dedicado a examinar algunas de las relaciones claves que vinculan la innovación con la economía y, en concreto, en la incidencia del esfuerzo innovador sobre determinadas variables económicas clave como:

- El efecto sobre el crecimiento económico mediante el estímulo de la demanda y por tanto de la producción.
- El efecto sobre la productividad y la competitividad mediante la reducción de los costes, mejora de la calidad, incremento de la gama de productos o servicios y la reducción del tiempo de su introducción en el mercado.
- El efecto sobre el empleo y las necesidades de formación mediante el estímulo de los mercados de trabajo y la demanda de trabajadores con nuevos conocimientos.
- El efecto sobre la renta, el bienestar y la distribución social mediante el aumento de la producción del país, la aparición de nuevos sectores y la desaparición de otros.

Todos estos temas pueden abordarse tanto desde la perspectiva macroeconómica (a nivel de país o región) como a nivel de empresa individual o de un sector concreto.

#### **1.1. Efectos sobre el crecimiento económico**

La innovación produce siempre una inversión en activos tangibles e intangibles que pueden incrementar el crecimiento económico de dos formas diferentes. El primer efecto que producen es un cambio en las estructuras productivas, de tal forma que el crecimiento de una economía determinada es una función del nivel de esfuerzo innovador y de la composición del gasto tecnológico, de las oportunidades de aprendizaje implícitas en la “brecha tecnológica” en relación con los países avanzados, y de una serie de factores como las inversiones en educación. Prueba de la importancia de esta relación es el continuo incremento de recursos públicos dedicados a realizar o promover las actividades encaminadas a la innovación.

A modo de ejemplo, resulta revelador el “Economic Report of the President” presentado al Congreso Americano en 1999. Este informe considera la inversión en tecnología (y educación) como uno de los tres pilares que han contribuido a la presente etapa de crecimiento económico. Crecimiento que, por

otra parte, se considera altamente basado en los sectores intensivos en tecnología. Hasta un tercio del crecimiento de los años 1995-1998 es atribuido, por ejemplo, al sector de tecnologías de la información. Un sector que, de acuerdo con la misma fuente, produce bienes y servicios que componen la mitad de la inversión empresarial, crea empleo de alta cualificación y remuneración y, además, contribuye a la reducción de la inflación a través del descenso de precios, (González et. al, 2000).

A pesar de confirmarse la importancia de las inversiones en I+D y en educación para el crecimiento económico, aún existe considerable incertidumbre sobre el alcance de su contribución. Los estudios ofrecen resultados diferentes sobre la magnitud de los coeficientes relevantes en función de la muestra, el período y el tipo de datos utilizados en el análisis. Asimismo, las empresas que invierten en tecnología lo hacen en distintas magnitudes y combinando distintas formas de inversión como son: las actividades de investigación y desarrollo interno, los acuerdos de cooperación en I+D o la compra de tecnología. Entender y medir el papel relativo que juegan las distintas inversiones en la obtención de resultados para las organizaciones que las emprenden, así como la determinación de formas eficientes de impulso de la innovación constituyen dos líneas básicas (relacionadas) de investigación.

La segunda consecuencia de la innovación sobre el crecimiento económico esta más relacionada con el efecto multiplicador del progreso técnico, ya que el cambio que se vive en esta época, especialmente intenso en algunas áreas (tecnologías de la información, biotecnología...), tiene fuertes interacciones y aplicaciones, de forma que el efecto inicial se transmite en cascada a lo largo y ancho del país, actuando sobre toda la economía como un factor multiplicador. Así, toda inversión se transmite rápidamente a los sectores suministradores, en los cuales se produce un aumento de producción, afectando a su vez a sus propios proveedores.

## **1.2. Efectos sobre la productividad y competitividad**

Las relaciones entre la estructura de los mercados, la competitividad nacional y la innovación han sido objeto de interés desde los años 60. Aunque su análisis identifica a las empresas como los agentes que más activamente contribuyen a la competitividad de las naciones, su logro requiere de un entorno adecuado, que sólo los poderes públicos y los agentes sociales deben propiciar.

Las fuentes tradicionales de competitividad (por ejemplo, la disponibilidad de recursos naturales o de capital) han perdido gran parte de su fuerza como consecuencia de la globalización, que también ha supuesto que ya no se pueda competir en el mercado, a través del subsidio, del monopolio legal o del proteccionismo. En estas circunstancias, las empresas encuentran en la innovación una de sus mejores fuentes de competitividad ya que, por ejemplo, la innovación produce un ahorro de factores de producción (energía, trabajo, etc.) por unidad de producto, con lo que se produce un aumento de la productividad y una disminución de los costes permitiendo, a su vez, una disminución de los precios de los bienes y servicios finales.

Solow ya puso de manifiesto en 1957 que el 80% del crecimiento de la productividad del trabajo en la primera parte del siglo en la economía norteamericana sólo podía explicarse a partir del cambio tecnológico. Este crecimiento de la productividad, a su vez, se traduce en una mayor competitividad que estimula a otras empresas y sectores del país a innovar y aumentar su propia productividad, todo lo cual revierte en un incremento global de la productividad y de la competitividad del sistema productivo nacional.

El crecimiento de la competitividad del país es lo que puede permitirle mantener una posición favorable en el contexto internacional y ganar importantes cuotas de mercado. Para ello, cada nación suele especializarse en aquellos sectores en los que tiene una posición más sólida, alcanzando economías de escala que le permiten seguir aumentando su productividad y su competitividad. Las consecuencias que se producen en la relación real de intercambio también son positivas, y se observa



una convergencia tecnológica entre los países más innovadores, que relega a un segundo plano a los países que dedican menos esfuerzos al desarrollo tecnológico.

El análisis económico, que identifica el esfuerzo innovador como determinante de la competitividad de las empresas, también sugiere que éste podría verse obstaculizado por “fallos de mercado”. En primer lugar está el problema de la “apropiabilidad” por el que la rentabilidad de la inversión en capital tecnológico contribuye de forma significativamente mayor a los beneficios sociales (efectos externos positivos para los consumidores y otros productores) que al de los innovadores. Como resultado, el nivel de inversión en innovación puede ser inferior al óptimo. En segundo lugar, está el problema del coste y riesgo inherentes al proceso innovador que se deriva de la magnitud de los recursos necesarios y la incertidumbre que caracteriza a los procesos de innovación (que se obtengan los resultados técnicos esperados, que se produzca la aceptación por el mercado del producto o servicio o que éste obtenga una rentabilidad suficiente).

Estos aspectos de la apropiabilidad, coste y riesgo de las inversiones dirigidas a la innovación, constituyen una de las razones más importantes por la que se justifica una intervención pública dirigida a evitar una asignación subóptima de recursos a los procesos de innovación y a conseguir un resultado eficiente de los mismos. A pesar de su importancia, la evidencia del impacto de las diversas formas de ayuda es relativamente escasa y controvertida.

El efecto competitivo de la innovación también puede verse afectado por la globalización de la economía porque, si bien esto tiende a reforzar la ventaja competitiva del carácter acumulativo del proceso de innovación, e indirectamente, de la concentración industrial, también reduce el margen de control y actuación de los poderes públicos. Como resultado, en un futuro se prevé un aumento de la importancia, en términos de competitividad, de las redes de empresas o de los acuerdos en I+D entre empresas, ya que poseen una mayor capacidad de hacer un mejor uso de los recursos humanos y de I+D localizados en diferentes países. Esta situación, que no deja de estar exenta de peligros como la aparición de oligopolios, requiere nuevas reglas de comportamiento que, en su mayor parte, deberán trascender el ámbito nacional.

### **1.3. Efectos sobre el empleo y las necesidades de formación**

La innovación de procesos produce un ahorro inmediato del trabajo necesario por unidad de producto, lo que se interpreta a menudo en el sentido de que las innovaciones crean desempleo. Sin embargo, la reducción de los costes aumenta a su vez la demanda de productos y, si la sensibilidad de la demanda es suficiente, el efecto será un aumento tal de demanda que se precisará una cantidad superior de trabajo que la que existía en un principio, con la consiguiente creación neta de empleo.

Lo mismo ocurre con la innovación de productos, porque al crearse nuevos productos, surgen nuevas componentes de la demanda y, si la demanda de los productos anteriores no se ve demasiado afectada, la demanda agregada aumenta, produciéndose de nuevo una creación neta de empleo.

Un efecto añadido que producen los avances tecnológicos son cambios en la estructura productiva, que alteran la distribución de empleos entre sectores. Su consecuencia inmediata es la aparición de desajustes entre los tipos de empleo necesarios para la nueva estructura productiva, y los perfiles de los trabajadores existentes en la nación, y la consiguiente necesidad de nuevas cualificaciones y conocimientos. En la actualidad, este fenómeno se está haciendo notar poderosamente en la mayoría de los países y, como consecuencia de ello, se hace cada vez más necesaria una actualización continua de la formación de los empleados durante toda su vida profesional. Paralelamente, los sistemas educativos se deben orientar más hacia una formación general que permita la adaptación de los futuros trabajadores a los continuos cambios en los contenidos de los puestos de trabajo.

#### **1.4. Efectos sobre la renta, el bienestar y la distribución social**

El crecimiento económico y el aumento de la productividad y de la competitividad frente a otras naciones producen un incremento de la renta de los residentes del país a través de salarios y beneficios empresariales, y a través de un mayor poder adquisitivo. La liberación de recursos que se desprenden del incremento de la productividad que generan los procesos más eficientes gracias a la innovación, se pueden aplicar de nuevo a la creación de riqueza. Esta observación cierra el ciclo de retroalimentación al hacer la innovación dependiente de la creación de riqueza y, de forma añadida, cuando las empresas aplican tecnología y otros recursos para mejorar o producir nuevos bienes y servicios, se incrementa la satisfacción de los consumidores y aumenta el bienestar general.

No todos los tipos de inversión en innovación tienen los mismos efectos en la creación de riqueza, ya que la inversión dirigida por las empresas tiene una clara correlación con el desarrollo y la creación de riqueza para sus países, según han demostrado numerosos análisis macroeconómicos. Estos estudios no han resultado tan concluyentes para la I+D pública y, en concreto, se ha comprobado que en los países más competitivos, el gasto en I+D empresarial supone, como mínimo, entre el 60 y el 70% de los gastos totales de I+D. Así, por ejemplo, en Alemania las empresas contribuyeron con más del 65%, y en Japón con cerca del 71%.

No podemos olvidar tampoco, que la asimilación del progreso técnico también genera desajustes y efectos de distribución asimétrica en la sociedad que pueden resultar dolorosos, porque todo cambio tecnológico implica un proceso de “destrucción creativa” (Schumpeter, 1942). Así, es inevitable que con el avance de algunos sectores, ciudades, regiones e incluso países, surja el retroceso de otros que no alcancen esos niveles de mejora (innovaciones emergentes que desplazan a tecnologías inferiores), con sus secuelas para el empleo en las zonas de localización, y la aparición de desigualdades en el acceso a los beneficios derivados de las innovaciones.

Asimismo, algunos estudios han demostrado que la tecnología es responsable de dos tercios de las diferencias de crecimiento entre los países desarrollados. En ausencia de una capacidad de absorción que permita asimilar y generar innovaciones, y ante la falta del establecimiento de condiciones materiales y sociales para su uso, el progreso técnico principalmente, sino exclusivamente, es visto por muchos países como una pérdida total de competitividad en los mercados cada vez más internacionales. Actualmente, muchos países en desarrollo son incapaces de crear las condiciones necesarias para introducir el progreso técnico y, de todo ello, se deriva la necesidad de que los poderes públicos, tanto nacionales como internacionales, introduzcan elementos correctores para paliar las desigualdades que se producen.

## **CAPITULO V. INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El elevado nivel de recursos que se invierten en I+D, en ciencia y tecnología en general, en los países avanzados (entre el 1,5% y el 3% del PIB) muestra la necesidad de evaluar la eficiencia de la gestión de esos recursos y de los resultados que se obtienen. Para ello, se requiere disponer de unos indicadores que respondan a cuestiones sobre el sistema de ciencia y tecnología, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y la valoración de sus resultados.

Definir estos indicadores no es una tarea sencilla, principalmente por dos razones: porque el sistema de ciencia y tecnología está íntimamente ligado a otras áreas de la sociedad, como la economía, la industria, la educación, o el medio ambiente y, porque el carácter acumulativo del desarrollo científico y tecnológico, provoca que la efectividad actual del sistema de innovación sea resultado de políticas muy anteriores en el tiempo.

Debido a la importancia y a la dificultad del tema, varios organismos internacionales, especialmente la OCDE y la UNESCO, han realizado un esfuerzo importante para avanzar en este proceso desarrollando varios indicadores, que aún no se encuentran exentos de problemas, así como varios manuales para guiar su aplicación. De hecho, en la actualidad, los indicadores de ciencia y tecnología se encuentran en un proceso de profunda revisión.

Un aspecto fundamental para optimizar el uso de los indicadores es la calidad de la información que se recoge y, para ello, es de gran importancia la utilización de los manuales elaborados por la OCDE con instrucciones para la toma de datos y la elaboración de los indicadores. Es también esencial que las empresas tomen conciencia de la importancia de proporcionar datos fiables.

En este capítulo se enumeran, en primer lugar, los principales tipos de indicadores utilizados en la actualidad, así como las tendencias de la investigación en nuevos indicadores.

### **2. TIPOS DE INDICADORES**

Una aproximación operativa a la definición de indicadores se centra en las diferentes etapas del proceso de innovación: a) dedicación inicial de recursos; b) obtención de resultados científicos y tecnológicos; y c) impacto económico y social de dichos resultados.

- Indicadores de recursos:
  - Gasto total de I+D
  - Recursos humanos destinados a I+D
  
- Indicadores de resultados científicos y tecnológicos:
  - Bibliométricos
  - Análisis de patentes
  
- Indicadores de impacto económico y social:
  - Balanza tecnológica de pagos
  - Comercio internacional de productos de alta tecnología

En la actualidad se registra un esfuerzo internacional para la definición de indicadores nuevos y más precisos. La corriente principal se centra en el desarrollo de instrumentos que permitan medir las relaciones entre ciencia y tecnología, la difusión del progreso científico en el proceso de consecución de bienes, y la influencia de la I+D en los cambios estructurales y en la competitividad.

Paralelamente, se está procediendo a la utilización del concepto de evaluación, más general que el de indicador, para mejorar la introducción de aspectos cualitativos y globales. En este sentido, se están realizando encuestas de innovación tecnológica con resultados prometedores. A continuación se describen brevemente los indicadores más importantes.

### **2.1. Gasto total de I+D**

Este indicador mide el gasto total de la nación o la empresa en actividades de I+D. Tradicionalmente, ha sido utilizado como la medida principal del nivel tecnológico de un país o una industria pero, actualmente, se tiene claro que el modo en que se utilicen dichos recursos es más importante que la cantidad total de recursos que se inviertan.

Los problemas más importantes de este indicador son:

- Existe poca homogeneidad respecto de lo que se considera I+D. Para evitar esta situación y tener un criterio comparativo mejor del esfuerzo innovador que realizan las empresas, el gasto de I+D se suele medir en relación a las ventas.
- Refleja escasamente la I+D realizada en pequeñas empresas las cuales, al no tener en muchas ocasiones un departamento formalizado de I+D, tampoco contabilizan expresamente sus gastos en este tipo de actividades.
- Mide muy deficientemente la I+D realizada en las empresas de servicios.
- No aporta ningún conocimiento sobre la eficiencia del proceso innovador ni sobre sus resultados.

### **2.2. Recursos humanos destinados a I+D**

Este indicador mide el gasto dedicado a recursos humanos dentro del gasto total de I+D. En estos momentos se encuentra en proceso de revisión, dado que no hay datos comparables sobre los recursos humanos en actividades industriales, tecnológicas y científicas. De ahí que, para el caso concreto de las empresas, se suele medir en relación al número total de empleados.

### **2.3. Indicadores bibliométricos**

Los indicadores bibliométricos recuentan y analizan varios aspectos relativos a las publicaciones en revistas, como pueden ser el número de publicaciones, de citas, de cocitas y de conminaciones, entre otros. Permiten conocer, profundamente, el sistema científico y las relaciones entre sus componentes, de forma que hacen posible una evaluación de la actividad científica muy importante como apoyo para la toma de decisiones.

Los problemas principales de este indicador son:

- Los datos iniciales se refieren, sobre todo, a la investigación básica, que es la que más se refleja en publicaciones.
- Estos datos no reflejan con mucho rigor los resultados de la actividad investigadora en las empresas, ya que éstas tienden a no dar difusión a sus descubrimientos.
- Las revistas utilizadas suelen estar escritas en inglés, lo que introduce un sesgo lingüístico.

### **2.4. Análisis de patentes**

El análisis de datos sobre patentes es similar a la bibliometría, pero referido al contexto tecnológico. Si las publicaciones en revistas reflejan los descubrimientos científicos o técnicos, las patentes reflejan logros técnicos de aplicación práctica. Los principales inconvenientes de este indicador son:

- Los requisitos para que una invención sea patentada son distintos en países diferentes.

- La propensión a patentar varía también en los distintos países y en los diferentes sectores industriales.
- La calidad de las patentes que se estudian es muy diversa.
- Existen pocos datos sobre la utilización de las patentes.
- A menudo, las patentes se realizan para utilizarlas como arma científica frente a competidores.
- No se incluyen los desarrollos informáticos, pues no son patentables.
- No se incluyen los resultados de la investigación en defensa, por razones de seguridad nacional.
- No se incluyen aquellos resultados de la actividad industrial que las empresas prefieren mantener en secreto y, por tanto, no patentan.

## **2.5. Balanza tecnológica de pagos (BTP)**

La Balanza Tecnológica de Pagos recoge el flujo de fondos entre países debido a transacciones relativas a derechos de propiedad industrial en aspectos tales como patentes, licencias, “know-how” y asistencia técnica.

Como principales problemas de este indicador se pueden señalar que:

- Existe falta de homogeneidad en la elección de lo que se incluye en la BTP en diferentes países y en los métodos de recogida de datos.
- Es difícil incorporar aquellas transferencias de tecnología que tienen lugar sin transacciones financieras (p.e.: licencias cruzadas).
- Las multinacionales introducen un efecto de distorsión en las cifras finales (las multinacionales son responsables de alrededor de dos tercios de las transacciones incluidas en la BTP).
- No siempre se registra correctamente el área geográfica que recibe la tecnología. En la BTP se incluye el país que paga, pero muchos países (especialmente en Latinoamérica, Norte de África y Sudeste Asiático) realizan los pagos a través de bancos localizados en los Estados Unidos.

## **2.6. Comercio internacional de productos de alta tecnología**

Este indicador recoge el valor de las importaciones y exportaciones de productos de diferentes niveles tecnológicos. Para aplicar este indicador, se debe definir un criterio que clasifique los productos en función de su contenido tecnológico. Esta clasificación se realiza, normalmente, atendiendo a la relación entre los gastos de I+D y el valor añadido de los productos. Su utilización, sin embargo, presenta ciertos problemas, como son:

- La intensidad investigadora y tecnológica no son necesariamente conceptos equivalentes.
- La elección de los valores umbrales entre niveles tecnológicos es arbitraria.
- La intensidad tecnológica puede variar mucho dentro de un mismo tipo de producto.
- No se tienen en cuenta las tecnologías incorporadas indirectamente a través de maquinaria y materiales.

## **2.7. Encuestas de innovación tecnológica**

Este método se está desarrollando actualmente para mejorar algunos de los problemas de los indicadores tradicionales, y tiene principalmente dos objetivos:

- Concentrar la atención en el proceso innovador, midiendo la relación entre las ideas innovadoras, la ciencia y la tecnología, y la producción de bienes y servicios. Hasta ahora, los indicadores más habituales se han centrado demasiado en la medida de los resultados científicos y técnicos obtenidos.
- Mejorar la forma en que se consideran los aspectos cualitativos, aspectos que no habían sido tratados suficientemente debido a un enfoque demasiado centrado en aspectos cuantitativos.

Por lo tanto, la nueva tendencia consiste en medir el proceso de innovación tecnológica mediante evaluaciones y encuestas, y se dirige al análisis de las innovaciones que surgen en la sociedad y al modo en que se han producido. En este sentido, se están desarrollando iniciativas para recoger datos estadísticos respecto a dos aspectos: las propias innovaciones "per se", y las empresas generadoras de innovaciones.

La OCDE ha realizado el Manual de Oslo (1992), donde se proponen una serie de orientaciones para la recogida y la interpretación de datos sobre innovación tecnológica. En España, el Instituto Nacional de Estadística está desarrollando una Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas basada en dicho manual, que incorpora las últimas ideas sobre definición de indicadores.

## CAPITULO VI. RESUMEN HISTÓRICO DE LA INNOVACIÓN

En el mundo occidental, la innovación siempre ha estado muy estrechamente relacionada con los grandes cambios sociales, pues se la ha responsabilizado de muchos de ellos. Esta revisión histórica pretende ofrecer una serie de claves para comprender el peso de la innovación y sus relaciones con la economía y la sociedad por una parte, y con la ciencia, por otra.

La primera innovación que parece suficientemente documentada en cuanto a sus efectos sociales debió de ser la rueda hidráulica, que se difundió en la alta Edad Media, a la que siguió la del molino de viento, seguramente utilizado ya eficazmente en el siglo XII. Estos hechos podrían explicar la riqueza de los siglos XII y XIII, que permitió el desarrollo de las ciudades y las notables operaciones que caracterizan esta época: las Cruzadas, la construcción de Catedrales y la fundación de las Universidades. Los artesanos y los estudiantes se alimentaban y vivían gracias a los excedentes que las innovaciones habían generado al ser introducidas en los sistemas tradicionales de producción.

La evolución comercial del siglo XII difícilmente puede explicarse sin tener en cuenta la invención del timón de codaste que usaban los barcos de la Liga Hanseática. Una innovación que liberó más recursos humanos, que fueron dedicados a la producción que demandaba el comercio internacional.

Tampoco es ajena la innovación a la aparición de las monarquías absolutas, ya que el poder militar se concentró en las manos de aquellos príncipes que tenían el control de la fabricación de la pólvora y de la fundición de los cañones. De esta manera las falanges de picas suizas no representaron ya la respuesta efectiva a los caballeros montados, como había ocurrido hasta el siglo XVI.

Un rasgo notable de aquella época, y que afecta particularmente a nuestro país, es la aplicación de resultados científicos a materias prácticas, un hecho que no se producía desde la antigüedad. Los conocimientos en Astronomía y Geometría, junto con la pericia artesanal en la construcción de instrumentos de navegación, fueron importantes para los grandes descubrimientos geográficos entonces realizados y en los que España tuvo un papel destacado. Sin embargo, ha extrañado siempre a los historiadores que ni los españoles ni los portugueses tuvieran una participación significativa en la solución de los problemas de la navegación, que vivían tan directamente, mediante el desarrollo de la ciencia o por lo menos mediante su aplicación. No parece que la Casa de Contratación de Sevilla haya influido tanto en esta actividad tecnológica primitiva como, sin duda lo hizo, en la homologación de los pilotos e instrumentos que debían cruzar el océano.

Antes de llegar a la denominada Revolución Industrial, de indudables raíces en la innovación tecnológica, pueden citarse otros muchos ejemplos pero, sin duda, el más trascendente desde el punto de vista social fue el de la imprenta, que adquirió eficacia cuando Gutenberg perfeccionó, entre 1436 y 1450, los antiguos métodos de tipos metálicos móviles.

La imprenta hizo posible la rápida difusión del conocimiento y aceleró lo que se ha dado en llamar la Revolución Científica del siglo XVII. Los trabajos de Francis Bacon (1561-1626), Galileo (1564-1642), Descartes (1569-1650) y Newton (1642-1727) establecieron las bases de la ciencia actual.

España no participó en ninguna de estas primeras manifestaciones maduras de la ciencia moderna debido a que durante el primer tercio del siglo XVII, la ciencia española continuó con los planteamientos renacentistas, en los que años atrás había destacado. Las décadas centrales del siglo XVII vieron entrar en el país algunos elementos modernos, pero fueron rechazados, o interpretados como meras rectificaciones de los conocimientos tradicionales. Los últimos veinte años de la centuria fueron testigos, sin embargo, de cómo algunos autores españoles rompían con los esquemas clásicos.

La situación de decadencia de las instituciones científicas españolas hizo que estos renovadores científicos, que fueron denominados “novatores”, tuvieran que recurrir a mecenas y a "tertulias" para poder contrastar sus ideas. Por aquellas fechas, varias de estas clásicas tertulias, que se celebraban con cierta frecuencia en las capitales españolas, incluyeron temas científicos entre los artísticos y literarios que las caracterizaban.

Algunas de estas tertulias tuvieron cierta vida y fueron las precursoras de los centros ilustrados que se constituyeron en el siglo siguiente. La "Regia Sociedad de Medicina y otras Ciencias" nació en el año 1700 de la tertulia sevillana del médico Juan Muñoz y Peralta, creándose también en esta ciudad el Colegio San Telmo, que renovó la enseñanza de la náutica. Muchas otras tertulias vieron naufragar intentos de consolidación ante la oposición de los tradicionalistas de modo que, por ejemplo, no fue posible la aparición en España de algún equivalente a las Reales Sociedades Científicas que por aquellas fechas nacieron en Inglaterra y Francia.

Sólo hacia la mitad del siglo XIX fueron realmente útiles a la técnica los enormes avances de la ciencia. Los grandes logros técnicos del siglo XVIII, como las máquinas de vapor de Savery (1698), Newcomen (1712) o de Watt (1763), y los relojes marinos de Harrison (1765) o de Le Roy (1763) debieron poco a los principios científicos descubiertos un siglo antes. Más bien, la situación fue la contraria, ya que el trabajo ordenado del artesano demostró la importancia del método experimental al científico y la necesidad de la constatación práctica de sus teorías. Por otro lado, aquellos artesanos, que adaptaron el método científico de la prueba y el error para modificar las prácticas heredadas de sus maestros, fueron los que realmente sentaron las bases de la Revolución Industrial.

A partir de 1850, la ciencia ha sido la principal causa del progreso de la técnica, y la tecnología ha sido el verdadero apoyo de la innovación. Para entonces, se habían resuelto ya muchos problemas de ingeniería mecánica que hacía posible una cierta producción en masa, y que se habían planteado en un principio en la esfera militar. El torno de Maudsley (1810), la "máquina de aplanar" de Clement (1825) y los calibres de rosca de Whitworth (1830), fueron inventos que contribuyeron de forma importante a la Revolución Industrial.

Si el siglo XVII fue el del desarrollo de la mecánica, el siglo XVIII vio cómo se iban desvelando las causas y características de la electricidad. La botella de Leiden (1745) y la demostración de la naturaleza eléctrica del rayo por Franklin (1752) fueron los primeros resultados, que tuvieron su continuación con muchos otros descubrimientos como los de Coulomb (1789) sobre la ley de la variación inversa del cuadrado de la distancia para las fuerzas de atracción y repulsión eléctrica y magnética, o la pila de Volta (1799). Durante el siglo XIX, Faraday (1791-1867), Maxwell (1831-79), Kirchoff (1824-87) y Hertz (1857-94), entre otros, completaron las bases que permitieron explicar y hacer útiles los fenómenos eléctricos y magnéticos.

Pero para que la Revolución Industrial tuviese pleno efecto era necesario también un conocimiento de la termodinámica. El calor, que había preocupado a Bacon, Boyle, Hooke e incluso a Newton durante el siglo XVII, se había intentado explicar en el siglo XVIII mediante la teoría del "calórico", definido como "una substancia material sin peso" que se hallaba mezclada en los cuerpos. Esta explicación estuvo vigente hasta la mitad del siglo XIX, momento en el que los trabajos de Carnot (1796-1832), Clapeyron (1799-1864), Mayor (1814-78), Joule (1818-90) y N. Thompson (Lord Kelvin) (1824-1902), habían convencido de que la energía mecánica y térmica eran intercambiables.

Los ahora denominados Principios de la Termodinámica fueron plenamente aceptados hacia el último tercio del siglo XIX, y sus consecuencias se aplicaron a la construcción de máquinas. La turbina fue la máquina que mejor se aprovechó de estas teorías ya que, si bien su principio era conocido ya en la antigüedad (parece que Herón de Alejandría había construido un juguete basado en ella), sus avances no fueron posibles sin la formulación teórica.



La unión de la turbina con los generadores eléctricos hizo populares las aplicaciones de la electricidad, como la iluminación eléctrica que en 1882, y gracias a Edison, se utilizó en Nueva York, o la tracción eléctrica que permitió que España tuviera, en 1901, 78 km. de tracción eléctrica en explotación.

La industria química y la agricultura fueron innovando sin contar con la ciencia hasta finales del siglo XVIII. Uno de los primeros intentos de recurrir a la ciencia puede que fuera el premio ofrecido en 1775 por la Academia de Ciencias de París, por un procedimiento de obtención de sosa -utilizada entonces por la industria para blanquear tejidos- a partir de la sal común.

El siglo XIX fue el del desarrollo de las aplicaciones industriales y agrícolas de la química, así como el de las primeras aportaciones científicas de la microbiología, con los trabajos de Louis Pasteur (1822-95), que trataron desde las levaduras para la cerveza y el vino, hasta las enfermedades de los gusanos de seda, del ganado y del hombre. Durante todo el siglo se aplicaron innovaciones, naciendo la química agrícola y la química fina, y se aplicaron los principios de la química física a la química pesada. A modo de ejemplo, pueden citarse los trabajos de Clement y Derosmes (1806), y de Glaser (1860) para perfeccionar los viejos métodos de fabricación de ácido sulfúrico, los de los hermanos Solvay (1865) para la sosa, los de Boyer (1860) sobre tintes artificiales, y los de Nobel (1883) y los de Swan (1883) sobre fibras artificiales.

La ya citada ausencia de participación española en la Revolución científica no impidió que durante el siglo XVIII hubiera una conciencia en el país de su retraso científico y tecnológico. El primero que denuncia esta situación es Feijóo, quien en sus Cartas Eruditas (XVI y XXXIV) (1745) dedica atención a lo que él considera las causas del atraso español. La famosa "polémica de la ciencia española" no se considera iniciada, sin embargo, hasta 1782, momento en el que aparece el artículo de la "Enciclopedia Metódica" titulado "*España*" y firmado por Masson de Movilliers.

Lo sorprendente de esta polémica es su trasfondo ideológico, ya que se debatía la necesidad de la ciencia y la técnica para el bienestar social. Para unos, la moderna ciencia era creadora de un clima de incredulidad y desorden social, mientras que para otros era algo imprescindible para el desarrollo económico y social de España. Esta polémica ha reverdecido hasta fechas recientes, demostrando siempre que, salvo raras y notables excepciones, los polemistas no han tenido conocimiento directo del método científico ni del proceso inductor del cambio tecnológico.

No obstante, España vivió durante el reinado de Carlos III (1759-1788) un renacer de su ciencia, que se vio apoyada por nuestros ilustrados, siguiendo el movimiento intelectual de la Europa del momento. Las defensas (1789) de Jovellanos y de Pedro Rodríguez de Campomanes son claras muestras, y de esta época también son los trabajos de Cavanilles (botánico), de los hermanos Elhuyar y de del Río (químicos), de Lanz y Bethancourt (ingenieros); y de Gimbernat y Luziaga (médicos), por citar sólo algunos ejemplos.

Sin embargo, los primeros treinta años del siglo XIX fueron catastróficos para la ciencia y la tecnología españolas. España salió de las guerras napoleónicas arruinada, sin imperio colonial y con unas estructuras socio-políticas sumidas en una crisis profunda y duradera. A la muerte de Fernando VII, se hace notar una cierta recuperación, pero son sólo algunas individualidades las que logran ponerse en contacto con Europa, aunque en medio de la más completa indiferencia dentro de su propio entorno social. De entonces es la reforma universitaria (Ley Moyano 1857) que configurará la Universidad española, y también la creación de la "Institución Libre de Enseñanza".

A esta época corresponde también la primera etapa de la industrialización española, que se lleva a cabo con capital y tecnología extranjeros. La máquina de vapor se instala en 1833 en la fábrica textil de Bonaplata, y la Ley General de Ferrocarriles es de 1855. Sin embargo, estas importantes inversiones no estimulan en ningún momento una tecnología española, ni siquiera la producción de máquinas en el país.

El siglo XX ha sido sin duda uno de los de mayor avance tecnológico, tanto en las ingenierías tradicionales como en las aplicaciones médicas y biológicas. Los primeros decenios vieron consolidarse modelos teóricos que permitían comprender tanto fenómenos conocidos como otros que la actividad experimental, ampliamente renovada, ponía de manifiesto. La genética, la relatividad y la teoría cuántica son productos de este siglo, como también lo son muchos nuevos materiales, los antibióticos, las aplicaciones enormemente extendidas de la radiación electromagnética, la energía nuclear, los satélites artificiales, el ordenador, Internet y la ingeniería genética, entre otros muchos.

Del mismo modo, ha quedado patente que la sustitución de productos y procesos de la forma acelerada que ahora conocemos data de hace pocos años. La vida de un producto o de un proceso ha entrado en una fase de drástica reducción, inimaginable hasta hace poco por parte de tecnólogos y economistas. Seguramente, nunca hasta estos días las empresas han sabido sacar provecho de la "curva de aprendizaje", que se ha convertido en la actualidad en uno de sus más claros factores de competitividad, al permitirles idear, sobre la base de lo aprendido, nuevos procesos y productos con costes continuamente decrecientes.

La rápida evolución del conocimiento científico y del potencial tecnológico que se ha producido durante todo este último siglo ha sido motivo de constantes trabajos tanto especializados como de divulgación. En este sentido, es especialmente importante destacar que sólo recientemente ha surgido cierta preocupación por las consecuencias económicas del cambio tecnológico, y esto es debido, seguramente, a que hasta fechas muy recientes este cambio era suficientemente lento como para que las teorías económicas consideraran la tecnología como un factor exógeno al que los sistemas económicos, de alguna u otra forma, debían adaptarse.

La innovación ha dejado de ser un fenómeno marginal de la economía moderna. Antes al contrario, la innovación es una actividad esencial para la dinámica industrial y el desarrollo de las naciones. Muchos estudios econométricos han tratado de evaluar el impacto de la investigación sobre la productividad y otros parámetros económicos sobre la base de resultados sociales y políticos y, prácticamente todos, han mostrado retornos positivos con respecto a los fondos utilizados.

De acuerdo con esto, resulta lógico observar cómo la política científica de los Estados Unidos del último medio siglo se ha conformado, en gran medida, por la experiencia del papel decisivo de la ciencia en la II Guerra Mundial. Esta idea fue resumida por Bush en tres principios: 1. La ciencia contribuye a servir las necesidades nacionales más críticas. 2. La financiación pública de la investigación es una función principal de la administración. 3. Los beneficios de la ciencia se extienden a través de los mecanismos naturales del mercado. Del mismo modo, la vertiente europea aborda la idea básica de integración de la ciencia y la tecnología europeas como uno de los frutos y fundamentos de la eficacia política de sus objetivos económicos y de la materialización de dichos objetivos.

Este aparente común acuerdo sobre la importancia de la política científica y tecnológica no está exento de la obtención de resultados diferentes porque, si bien es reconocida la excelencia de muchos de los descubrimientos científicos de la ciencia europea, no abunda tanto su utilización por parte de empresas rentables. Es decir, resulta rara la existencia de inversores dispuestos a enfrentarse con los riesgos de la comercialización de los nuevos descubrimientos, ya que el modelo americano de capital riesgo es mucho menos frecuente en los países europeos. La financiación a través de capital riesgo, principalmente en Estados Unidos, ha prestado en las últimas décadas una especial atención a las aplicaciones potencialmente útiles, y a la transformación en negocios de las nuevas ideas científicas.

En definitiva, la globalización actual de las relaciones ciencia-tecnología-economía está imponiendo nuevos tratamientos y exigencias a la investigación científica, a la vez que considera la innovación como fuente fundamental de progreso y riqueza económica, e incluso, de prestigio político.

## SUGERENCIAS PARA FUTURAS LECTURAS

### Capítulo 1. La innovación

- ACS Z.J. y AUDRETSCH D.B. (1990): Innovation and Small Firms. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- ALLEN T.J. (1988): Managing the Flow of Technology. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- BENAVIDES C. (1998): Tecnología, Innovación y Empresa. Pirámide, Madrid.
- BROOKS H. (1994): "The Relationship Between Science and Technology". Research Policy, 23, Págs. 477-486.
- COTEC (1996): Innovación para el Desarrollo Local. Cotec Estudio nº 2, Madrid.
- DEN HERTOOG, P. y BILDERBEEK, R. (1999): Conceptualising Service Innovation and Service Innovation Patterns. Mimeo.
- FOSTER R. (1986): Innovation, the Attackers Advantage. Summit Books, Nueva York.
- FREEMAN C. PEREZ, C. (1986): The Diffusion of Technical Innovations and Changes in Techno-Economic Paradigm. Conference on Innovation Diffusion, Venecia.
- FREEMAN C. (1982): The Economics of Industrial Innovation. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- GAYNOR G.H. (1991): Achieving the Competitive Edge through Integrated Technology Management. McGraw Hill.
- KATZ J. (1984): "Innovaciones Tecnológicas Internas y Ventajas Comparativas Dinámicas: Nuevas Reflexiones sobre un Programa de Estudios Casuísticos Comparativos". Información Comercial Española, 605, Págs. 77-92.
- KLINE S. J. (1985): "Innovation is not a Linear Process". Research Management, Julio-Agosto, Págs. 36-45.
- KNIGHT K.E. (1967): A Descriptive Model of the Innovation Process. Journal of Business, 39, Págs. 478-496.
- KODAMA F. (1991): Analyzing Japanese High Technologies. Pinter Publishers, Londres.
- KUHN T.S. (1970): The Structure of Scientific Revolutions. The University of Chicago Press, Chicago.
- MUÑOZ-SECA, B. y RIVEROLA, J. (1997): Gestión del Conocimiento. Biblioteca IESE Gestión de Empresas, IESE, Universidad de Navarra.
- SUNDBO, J. y GALLOUJ, F. (1998): Innovation in Service. S14S Project Synthesis. Step Group. Mimeo
- TUSHMAN M.L., Moore W.L. (eds.): Readings in the Management of Innovation. Ballinger Publishing Company.

### Capítulo 2. La gestión de la innovación

- ACONA, D.G. y D. CALDWELL (1990): "Improving the Performance of New Product Teams". Research Technology Management, 33, 2, Págs. 25-29.
- AMABILE, T. y GRYSKIEWICS S. (1987): Creativity in the R&D Laboratory. Softbound.
- BADAWY, M. (1997): Temas de Gestión de la Innovación para Científicos e Ingenieros. Clásicos Cotec, nº 2, Madrid.
- BENNIS, W. y B. NANUS (1985): Leaders: The Strategies for Taking Care. Harperand Row, Nueva York.
- BERGER, L. y M. SIKORA, (Eds.) (1994): The Change Management Handbook. New York: Irwin Professional Publishing.
- BESSANT, J. y CAFFYN, S. (1996). "High involvement innovation". International Journal of Technology Management, 14, 1, Págs. 7-28.
- CARNELL, C. (1990). Managing Change in Organisations. Prentice Hall.
- CASSIMAN, B. (1999): "Cooperación en Investigación y Desarrollo. Evidencia para la Industria Manufacturera Española". Papeles de Economía Española, 81, Págs. 143-154.

- CHAMBERS, J.C. et al (1971): "How to Choose the Right Forecasting Technique". Harvard Business Review, July-August, Págs. 45-74.
- COTEC (1999): Temaguide. Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas.
- ERNST, H. (1997): "The Use of Patent data for Technological Forecasting: The Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry". Small Business Economics, 9, 4, Págs. 361-381.
- ESCORSA, P y MARTINEZ V. (1994): "La Detección del Avance de la Tecnología mediante Mapas". Boletín de Estudios Económicos, 152, Bilbao.
- FERNÁNDEZ E. y FERNÁNDEZ Z. (1988): Manual de Dirección Estratégica de la Tecnología. Ariel, Barcelona.
- GEROSKI, P. (1999): "Creatividad en el Acercamiento al Mercado". Harvard Deusto Business Review, 90, Pág. 68.
- GRANT, R. (1996): Dirección Estratégica: conceptos, técnicas y aplicaciones. Editorial Civitas, Madrid.
- HAMMER, M. y J. CHAMPY (1993): Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: Harper Business.
- HARTMANN, G.C. y A.I. LAKATOS (1998): "Assessing Technology Risk". Research-Tehnology Management, 41, 2, Pág. 32.
- JARILLO, J. C. (1995): Dirección Estratégica. Serie McGraw-Hill, Madrid.
- KAWASAKI, G. (1991): Selling the Dream. Nueva York, HarperCollins.
- MAIDIQUE (Ed.): Strategic Management of Technology and Innovation. Irwin, Illinois.
- MARTÍN PELLÓN, J.L. (1988): El Capital-Riesgo. Ediciones Fausí, Barcelona.
- MARTINO, J.P. (1993): Technological Forecasting for Decision Making. McGraw-Hill
- MATHESON, J.E. et al (1989): "Managing R&D portfolios for improved profitability and productivity". The Journal of Science Policy and Research Management, 4, 4, Págs. 400-412.
- MCDONOUGH, E. F. y Kahn, K. B. (1996): "Using «Hard» and «Soft» Technologies for Global New Product Development". R&D Management, 26, 3, Págs. 241-254.
- MILLER, R. (1995): "Applying Quality Practices to R&D". Research Technology Management, March-April, Pág. 47.
- MORIN, J. y SEURAT, R. (1998): La gestión de los recursos tecnológicos. Clásicos Cotec, nº 3, Madrid
- PÉREZ, D. (1993): "Una Panorámica sobre la Literatura de Contratos de Licencia". Revista Española de Economía (Monográfico de I+D), Págs. 109-126.
- REVILLA (1996): Factores Determinantes del Aprendizaje Organizativo. Un modelo de Desarrollo de Productos. Club Gestión de Calidad, Madrid.
- ROBERTS, E. (1996): Gestión de la Innovación tecnológica. Clásicos Cotec, nº 1, Madrid
- ROBINSON, A. (1991). Continuous improvement in operations. Cambridge, Mass Productivity Press.
- SCHROEDER, D. y ROBINSON, A. (1991): "America's most successful export to Japan-continuous improvement programmes". Sloan Management Review, 32, 3, Págs. 67-81.
- SCHROEDER, M. y ROBINSON, A. (1993): "Training, Continuous Improvement and Human Relations: the US TWI Programs and Japanese Management Style". California Management Review, 35, 2.
- STRAKER, D. (1995): A toolbox for quality improvement and problem solving. Prentice Hall, Hermel Hempstead, UK.
- TOTTIE, M. y T. LAGER (1995): "QFD- Linking the Customer to the Product Development Process as a Part of the TQM Concept". R&D Management, 25, 3. Pág. 257.
- TWISS B C (1992): Forecasting for Technologists and Engineers: a Practical Guide for Better Decisions. Peter Peregrinus Ltd. London, UK.
- WHEELWRIGHT S. y CLARK K.B. (2000): Desarrollo de nuevos productos. El papel de la dirección. Clásicos Cotec, nº 4, Madrid

### Capítulo 3. El Sistema de innovación

- BROCKHOFF, K. (1992): "Instruments for Patent Data Analysis in Business Firms". Technovation, 12, 1, Págs. 41-58.
- BUESA, (M.) (1994): "La Política Tecnológica en España: Una Evaluación en la Perspectiva del Sistema Productivo". Información Comercial Española, 726.
- BUSOM, I. (1991): "Impacto de las Ayudas Públicas a las Actividades de I+D de las Empresas: Un Análisis Empírico". Revista de Economía Pública, 11, 2.
- CDTI (1993): I+D Empresarial y Fiscalidad. Cuadernos CDTI, nº2, Madrid.
- CICYT (1999): Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación tecnológica (2000-2003), Madrid.
- COMISIÓN EUROPEA (1995): Libro Verde de la Innovación, Bruselas.
- COTEC (1995): La Innovación en las Pequeñas y Medianas Empresas, Cotec Estudio nº 7, Madrid.
- COTEC (1998): El Sistema Español de Innovación. Diagnóstico y Recomendaciones, Madrid.
- COTEC (1998): Las Compras Públicas y la Innovación, Cotec Estudio nº 12, Madrid.
- COTEC (1999): Financiación de la Innovación, Informes sobre el Sistema Español de Innovación, Madrid.
- DAVIS, P., HALL, B. y TOOLE, A. (1999): "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D?. A Review of The Econometric Evidence". Próxima publicación en Research Policy.
- DERIAN J.C. (1990): America's Struggle for Leadership in Technology. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- ERGAS, H. (1987): "Does Technology Policy Matter?", en P. Dasgupta y P. Stoneman (eds.). Economic Policy and Technological Performance, Cambridge University Press, Cambridge.
- ERGAS, H. (1989): Global Technology and National Politics, estudio realizado para el US Council on Foreign Relations.
- GAGO, A. (1992): "Imposición e Innovación Tecnológica: La Reforma de los Incentivos Fiscales a las Actividades de I+D". Hacienda Pública Española, 2, Págs. 147-163.
- GOLDEN W.T. (1991): Worldwide Science and Technology Advice to the Highest Levels of Government. Pergamon Press, Elmsford, Nueva York.
- GONZALEZ, X., HUERGO E., JAUMANDREU, J., PAZÓ, C.TORRES, X. (2000): Relaciones de las Empresas con la Administración, mimeo, PIE-FEP.
- GRIFFITH, R. SANDLER, D. y VAN REENEN, J. (1995): "Tax Incentives for R&D". Fiscal Studies, 2, Págs, 21-44.
- HALL, B. Y VAN REENEN, J. (1999): How Effective are Fiscal Incentives For R&D? A Review Of The Evidence, Working paper nº 7098, NBER
- LAFUENTE, A. y ORO, L. A. (1992): El Sistema Español de Ciencia y Tecnología en el Marco Internacional. Evolución y Perspectivas. Fundesco, Madrid.
- MARTÍN, C. (1988): "Fundamentos Teóricos de la Política Tecnológica". Revista de Economía industrial, 259, Págs. 69-78.
- MINER (1999): Informe sobre la Industria Española 1997-1998.**
- MONTALVO, J. (1993): "Patents and R&D at the Firm Level: a New Look". Revista Española de Economía (Monográfico de Investigación y Desarrollo), Págs.67-82.
- MUÑOZ, E (1995): "Política Tecnológica en la Unión Europea. La Difícil Trayectoria Europea Hacia la Convergencia". Papeles de Economía Española, 63, Págs. 306-316.
- OCDE (1997): Patents and Innovation in the International Context. OECD/GD(97)210.
- PAPACONSTANTINO, G. SAKURAI, N. y WYCKOFF, A. (1996): Embodied Technology Diffusion: An Empirical Analysis for 10 OECD Countries, Working paper OECD/GD(96)26.
- PIQUÉ, J. (1999): "La Nueva Política de Fomento de la Innovación del MINER". Papeles de Economía Española, 81, Págs. 276-283.
- ROSE, N. y JOSKOW, P. (1990): "The Diffusion of New Technologies: Evidence from the Electric Utility Industry". Rand Journal of Economics, 21, Págs. 195-208.
- STONEMAN P. y VICKERS J. (1998): "The economics of Technology Policy", Oxford Review of Economic Policy, 4, 4, 1988.
- WOOT P.: High Technology Europe. Basil Blackwell, Oxford, 1990.

#### Capítulo 4. Efectos económicos de la innovación

- ARROW, K. (1962): “*Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention*”. En *Collected papers of Kenneth J. Arrow, Vol. 5: Production and Capital*. Harvard University Press.
- BALDWIN W.L., Scott J.T (1987): *Market Structure and Technological Change*. Harwood Academic Publishers, Londres.
- CYERT R.M., MOWERY D.C. (eds.) (1987): *Technology and Growth*. National Academy Press, Washington D.C.
- COTEC (1988): *Innovación Tecnológica y Crecimiento Económico*. Cotec Estudio nº 11, Madrid.
- DE LA FUENTE, A. y JAUMANDREU, J. (2000): *Economía de la Investigación Tecnológica: Líneas Actuales de Investigación*, mimeo, CSIC-FEP
- GALVE, C. y GARCÉS, C. (1999): *Análisis del Impacto en la Productividad de las Empresas que invierten en Protección del Medio Ambiente*, presentado en las XV Jornadas de Economía Industrial, Madrid.
- GOEL, R. Y R. RAM (1994): “Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study”. *Economic Development and Cultural Change*, Págs. 403-411.
- GRANDÓN, V. y RODRIGUEZ ROMERO (1990): Capital Tecnológico e Incrementos de Productividad en la Industria Española (1975-1981). *Investigaciones económicas*, Suplemento.
- KLETTE, T.J. (1996): “R&D, Scope Economies, and Plant Performance”. *Rand Journal of Economics*, 3, Págs. 502-522.
- LICHTENBERG, F. y SIEGEL, D. (1991): “The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence Using Linked R&D-LRD Data”. *Economic Inquiry*, 29, Págs. 203-228.
- MANSFIELD, E. (1980): “Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing”. *American Economic Review*, 70, 5, Págs. 863-873.
- NORDHAUS, W. (1969): *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge, mass: MIT Press.
- OCDE (1996): *SMEs: Employment, Innovation and Growth*, París.
- OCDE: (1998): *Technology, Productivity and Job Creation*. Best Policy Practices, Paris.
- ROSENBERG, N. (1972): *Technology and American Economic Growth*. M.E. Sharpe, Armonk, Nueva York.
- SCHERER F.M. (1984): *Innovation and Growth*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- SCHERER, F.M. (1999): *New perspectives on economic growth and technological innovation*. Brooking Institution Press, Washintong.
- SCHUMPETER J. (1939): *Business Cycles. A Theoretical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw Hill, Nueva York.
- SCHUMPETER J. (1934): *Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- SOLOW, R. (1957): “Technical Change and the Aggregate Production Function”. *Review of Economics and Statistics*, 39, Págs 312-320.

#### Capítulo 5. Indicadores de Ciencia y Tecnología

- ARCHIBUGI D. (1988): "In Search of a Useful Measure of Technological Innovation", *Technological Forecasting and Social Change*, 34.
- BASBERG B.L. (1987): “Patents and the Measurement of Technological Change: A survey of the Literature”. En Freeman (Ed.) *Output Measurement in Science and Technology: Essays in Honour of Yvan Fabian*, North Holland, Amsterdam.
- BOHN, R. (1994): “Measuring and Managing the Technological Knowledge”. *Sloan Management Review*, Fall.
- BROOKS H. (1982): "Science Indicators and Science Priorities", *Science Technology and Human Values*, 7, 38.
- CURTIS C.C. (1997): “Balanced ScoreCard for New Product Development”. *Journal of Cost Management*, 11, 3, Págs. 13-18.

- ELLIS, L. W. (1977): Evaluation of R&D Processes: Effectiveness through Measurements. Artech House, London.
- GRILICHES Z. (1990): "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", Journal of Economic Literature, 28.
- GRILICHES, Z. (1995): R&D and productivity: Econometric results and measurement issues, en P. Stoneman (Editor), Handbook of econometrics, 65, Págs. 263-293.
- HENDERSON, R. y COCKBURN, I. (1994): "Measuring, Competence? Exploring Firms Effects in Pharmaceutical Research". Strategic Management Journal, 15 (Special Issue), Págs. 63-84.
- INE (1998): Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1996
- INE (2000): Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1998
- KAPLAN R. y NORTON D. (1992): "The Balance Scorecard: Measures that Drive Performance". Harvard Business Review, 70, 1, Págs. 71-79.
- KATILA, R. (1998): "Using Patent Data to Measure Innovation Performance". En Neely, A.D. y Waggoner, D.B (Eds.) Performance Measurement-Theory and Practice, Vol II, Centre for Business performance, Cambridge, U.K.
- OCDE (1981): "La Medición de las Actividades Científicas y Técnicas". Centro para el Desarrollo Tecnológico industrial (CDTI), Madrid.
- RAPÁGSA M.A. and DEBACKERE K. (1980): "Monitoring Progress in R&D Communities". Working Paper, Sloan School of Management, MIT, Cambridge, Massachusetts.
- TANG, H y YEO, K. (1998): "Towards an Integrative Measure of Organizational Innovativeness". En Neely, A.D. y Waggoner, D.B (Eds.) Performance Measurement-Theory and Practice, Vol II, Centre for Business performance, Cambridge, U.K.

## **Capítulo 6. Breve repaso histórico de la innovación**

- AYALA F.J. (1995): "La Ciencia Española en la Última Década". Política Científica, 43, Pág. 5-12
- GARCÍA CAMARERO E. (1970): La Polémica de la Ciencia Española. Alianza Editorial, Madrid.
- MARTÍN MUNICIO, A. (2000): Desafíos de Europa en el Siglo XXI. Encuentro de Bilbao de la Academia Europea de Ciencias y Artes. Mimeo
- MASON STEPHEN T. (1984-1986): Historia de las Ciencias (5 tomos). Alianza Editorial (LB), Madrid.
- MATHIAS P., DAVIES J.A. (Editores) 1991: Innovation and Technology in Europe. From the Eighteenth Century to the Present Day. Oxford: Blackwell,
- TORTELLA G., GONZÁLEZ BLASCO P. (1981): "La ciencia y la tecnología en España: pasado y presente". Ciencia y desarrollo, VII, 40.