

## *Innovación y formación: bases para un desarrollo sostenido*

En este artículo se pretende hacer algunas reflexiones sobre la innovación tecnológica, la competitividad y la formación de recursos humanos a partir del análisis de los resultados de distintos estudios. La finalidad es poner de manifiesto la necesidad de que las distintas administraciones públicas hagan un esfuerzo por establecer mecanismos y planes de coordinación de las distintas iniciativas de apoyo a la innovación tecnológica que evite el despilfarro de recursos. El objetivo final es conseguir una mayor vertebración nacional y mayores niveles de desarrollo económico y social.

*Artikulu honetan, berrikuntza teknologikoaren, lehiakortasunaren eta giza baliabideen inguruko gogoeta egiten da, zenbait azterlanen emaitzetatik abiatuta. Baliabideak alferrik ez galtzearen, berrikuntza teknologikoari laguntzeko ekimenetan koordinaziorako jardunbideak eta planak finkatzen herri-administrazioek egin beharreko ahalegina nabarmentzea du helburu. Azken xedea da egituraketa nazional handiagoa, eta garapen ekonomiko eta sozial handiagoa lortzea.*

This article tries to make some reflections on the technological innovation, the competitiveness and the formation of human resources, in the basis of an analysis of some various studies results. The aim is to shed light on the necessity of the different public administrations to make an effort in order to establish mechanisms and plans of coordination of the different initiatives that sustain the technological innovation that avoids to squander resources, so that to obtain a major national articulation and important levels of economic and social development.

## ÍNDICE

1. Introducción
  2. Algunos comentarios sobre el concepto de competitividad
  3. Necesidad de una política científica y tecnológica como apoyo a la innovación empresarial
  4. Formación de recursos humanos y sistema educativo
  5. Las universidades, elementos integradores de la industria del conocimiento
  6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Palabras clave: competitividad, política científica y tecnológica, centro tecnológico, recursos humanos

N.º de clasificación JEL: 032

### 1. INTRODUCCIÓN

«Para vivir bien una nación debe producir bien». Con esta afirmación comenzaba un informe de la Comisión de Productividad del Massachusetts Institute of Technology, realizado en el ya lejano 1986. Su objetivo era analizar el funcionamiento del sistema productivo de los Estados Unidos para entender las causas del descenso de su posición competitiva en el mundo. Casi veinte años más tarde, la brecha que tiene que salvar la economía europea para emular a la americana ha aumentado de forma apreciable. Y no es ajeno a esta situación ni el fuerte impulso recibido por los programas de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) estadounidenses, dotados con considerables medios financieros, ni mucho menos el esfuerzo realizado por todos

los agentes involucrados en el proceso de creación y aplicación del conocimiento científico y técnico.

En España, los esfuerzos de consolidación presupuestaria (déficit cero) de los años noventa frenaron el proceso de convergencia en investigación y desarrollo tecnológico con la Unión Europea (Lafuente, A. 2003). Ni siquiera la relativa bonanza económica de los últimos años se ha sabido aprovechar para que haya una convergencia con los socios europeos en este terreno y tomar medidas orientadas a mejorar la productividad fomentando la innovación empresarial. Ante esta situación, es importante insistir en la necesidad inaplazable de redefinir las políticas de innovación, para que permitan mejorar la posición competitiva de las empresas

españolas en el mercado internacional basándose en un comportamiento innovador similar al de los países más avanzados del entorno.

Algunos análisis (Cohen and Zysman, 1987, Destouzos and al., 1989, Porter, 1992), han insistido e insisten en destacar la conveniencia de que las posibles actuaciones en este sentido tengan en cuenta los tres aspectos siguientes. En primer lugar, resaltar que la competitividad es un proceso dinámico y evolutivo, que tiene como elemento central la mejora continua y la innovación tecnológica en sus dimensiones más relevantes: conocimiento, capacidades, productos y procesos. En segundo lugar, reconocer que la empresa desempeña el papel central en el proceso de creación y sostenimiento de la ventaja competitiva, generando mejores productos y procesos y aprovechando estas ventajas para ganar mayores cuotas de mercado. En tercer lugar, considerar que la innovación debe extenderse a todos los ámbitos, tanto del sector público como del privado, produciéndose con mayor facilidad en un entorno de complicidad y colaboración entre todos los agentes implicados en el proceso innovador.

En este artículo se pretende hacer algunas reflexiones sobre innovación tecnológica, competitividad y formación de recursos humanos, basadas en el análisis de los resultados de distintos trabajos, que ponen de manifiesto la necesidad de que las distintas administraciones públicas hagan un esfuerzo en diseñar actuaciones de apoyo a la innovación como una de las bases más importantes de vertebración nacional y de desarrollo económico y social. En este sentido se requiere, por una parte, que la política de ciencia y tecnología tenga un mayor peso en las

políticas económicas y sociales y, por otra, que las anunciadas reformas educativas tengan como objetivo prioritario la formación de ciudadanos con espíritu creativo y emprendedor y con capacidad para enfrentarse al riesgo y al desafío que plantea la existencia de un entorno en permanente cambio. Todo esto implica aceptar que el aprendizaje es un proceso permanente que se desarrolla a lo largo de toda la vida y en el que la educación formal constituye exclusivamente un importante punto de partida.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. En el apartado segundo se tratan de forma breve algunos aspectos relacionados con el concepto de competitividad. En el tercer apartado se resaltan los elementos fundamentales de una política de ciencia y tecnología orientada a la innovación y articulada en torno a dos ejes: su integración en el marco de las políticas económicas y sociales y la creación de un entorno social que facilite la generación, difusión y utilización del conocimiento. En este apartado se ofrecen datos relativos a la situación de España. El cuarto apartado se destina a la formación de recursos humanos y su incidencia en el diseño de los primeros niveles del sistema educativo. En el quinto apartado se ofrece una visión innovadora de las universidades como elementos integradores de la industria del conocimiento. En el sexto y último apartado se recogen las conclusiones.

## **2. ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE EL CONCEPTO DE COMPETITIVIDAD**

La competitividad constituye una de las mayores preocupaciones de los gobiernos de todos los países a medida que

aumenta el impacto de los mercados internacionales de factores y productos en las economías nacionales y se avanza cada vez con mayor rapidez hacia un mercado global. En el caso de la economía española existen datos preocupantes que obligan a plantearse diversas actuaciones para conseguir elevar los niveles de productividad de las empresas y una mayor presencia en los mercados internacionales. Según el estudio «España en la Unión Europea» del Instituto Nacional de Estadística (INE), realizado con datos de 2003, la productividad por hora en España es 16 puntos inferior a la media de quince estados europeos. De los antiguos Estados miembros, sólo Grecia y Portugal registran peores resultados.

Hace tan sólo una década, los debates sobre cómo ser competitivos se polarizaban con excesiva frecuencia en torno a cuestiones relacionadas con políticas macroeconómicas (tipo de cambio, tipo de interés, déficit público, etc.), con las condiciones del mercado de trabajo y la disponibilidad de mano de obra cualificada, o con las prácticas de organización y gestión de la producción de las empresas (Círculo de Empresarios, 1993). Sin embargo, en estos momentos es ineludible señalar la relevancia de la economía basada en el conocimiento, donde la formación y la colaboración entre el sistema productivo y otras organizaciones, como las universidades, los centros de investigación y los centros tecnológicos, son elementos centrales. Esto supone un cambio sustancial, ya que, aunque difícilmente se puede hablar de competitividad sin tener en cuenta que son las empresas y las industrias que innovan, producen y compiten en los mercados internacionales las protagonistas principales del pro-

ceso, no es menos cierto que el entorno que las rodea y el conocimiento existente en él son factores determinantes de su supervivencia.

La capacidad de una nación para producir bienes y servicios que puedan venderse en los mercados internacionales y, al mismo tiempo, contribuir a la mejora del nivel de vida de sus ciudadanos, depende, básicamente, de la habilidad de sus empresas para adaptarse a las nuevas condiciones de la demanda y del entorno competitivo. La experiencia demuestra que un mayor potencial de crecimiento está estrechamente relacionado con el nivel tecnológico y con la capacidad para llevar a cabo innovaciones, tanto en productos como en procesos. Esto supone, necesariamente, que las empresas deben mejorar su productividad mediante la mejora de la tecnología del producto y el incremento de la eficiencia de la producción. Solamente así es posible tener industrias que puedan situarse en segmentos de producción de alto valor añadido, que son las que facilitan un desarrollo económico y social sostenible

Por otra parte, en un mundo tan cambiante como el actual, la competitividad depende de la velocidad a la cual nuevos conceptos e ideas se convierten en productos que tienen aceptación en el mercado, de la flexibilidad con la que una empresa puede cambiar una línea de producto en respuesta a las nuevas condiciones del mercado, o del tiempo que se tarda en servir el producto, una vez que el cliente ha dado la orden. Dicho en otras palabras, la estrategia empresarial está inevitablemente condicionada por los mercados. La eficiencia y la calidad, la velocidad de respuesta no suponen nada, a menos que las empresas se en-

carguen de producir aquellos bienes para los que existe mercado.

En este contexto, no hay duda de que el papel esencial y crucial corresponde a las empresas, que saben mejor que nadie qué producir y cómo hacerlo. Sin embargo, el sector público no puede quedarse al margen; por el contrario, debe tomar parte activa en la formación de un entorno donde exista el conocimiento y los recursos humanos que favorezcan y faciliten la captación de las señales del mercado por parte de las empresas y mejoren su capacidad de respuesta a las mismas mediante la introducción de nuevas tecnologías, mejoras en la formación y perfeccionamiento de los métodos de organización y gestión de los recursos.

No se puede hablar de competitividad sin tener en cuenta que son las empresas y las industrias que innovan, producen y compiten en los mercados internacionales las principales protagonistas del proceso.

El sector público no puede quedarse al margen; por el contrario, debe tomar parte activa en la formación de un entorno donde exista el conocimiento y los recursos humanos que favorezcan y faciliten la captación de las señales del mercado por parte de las empresas y mejoren su capacidad de respuesta a las mismas.

### 3. **NECESIDAD DE UNA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA COMO APOYO A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL**

Las experiencias recientes de algunos países ponen de manifiesto la importancia de la actuación de los poderes públi-

cos orientada a crear entornos innovadores que impulsen la competitividad industrial. Países como Estados Unidos, tan reacios a hablar de «política industrial», han dado en las dos últimas décadas un fuerte impulso a los programas de investigación y desarrollo tecnológico (I+D), dotándolos de medios financieros considerables. Al mismo tiempo han ido fomentando la creación de auténticas «ciudades» o «clusters» de conocimiento, en donde la capacidad de generación, acumulación y aprovechamiento de conocimiento juega un papel crucial como elemento de atracción de la actividad empresarial.

En los países más avanzados las políticas activas de I+D están estrechamente vinculadas al desarrollo económico (OCDE, 1992, Sweeney, 1985). Su objetivo es aumentar la eficacia de la innovación tecnológica como factor básico para alcanzar mayores niveles de productividad industrial y de competitividad internacional y, por tanto, ocupan un lugar prioritario en las agendas gubernamentales. Esto supone un cambio de tendencia en la orientación de la política científica y tecnológica, que pasa a ser considerada como un elemento estratégico en el desarrollo económico y social. En algunos países, como España, el «entusiasmo» es más teórico que real y se manifiesta en la resistencia a admitir que la política científica y tecnológica no es una unidad de gasto sino una inversión de futuro.

Evidentemente, existen otros objetivos para la investigación y el desarrollo tecnológico, y no todos los programas o actuaciones de la política científica y tecnológica han de tener a la competitividad como objetivo inmediato. Cada vez es más evidente que las actividades científicas y tecnológicas tienen una mayor inci-

dencia en la salud, en el medio ambiente, en la educación, en la seguridad, etc., por lo que la identificación de objetivos y el diseño de actuación en estos ámbitos debería contemplarse desde una perspectiva global y con una coordinación eficaz que asegurara una eficiencia en la asignación de recursos.

Esto tiene implicaciones claras en el reparto de responsabilidades entre los distintos agentes que participan en el proceso de innovación. Como se ha dicho anteriormente, son las empresas las que tienen que desarrollar las actividades innovadoras en el sector productivo, pero las distintas administraciones públicas tienen la responsabilidad de propiciar y fomentar las actividades de I+D y de innovación, además de introducir en el sector público innovaciones en la organización que mejoren su gestión. Los argumentos clave para justificar la intervención pública son, básicamente, las externalidades y los incentivos. Las actividades de I+D crean externalidades porque, en la mayoría de los casos, parte de los beneficios que se derivan de ellas van a parar a agentes que no han realizado el esfuerzo. Estos efectos de «desbordamiento» de los beneficios de investigación tienen como consecuencia que los incentivos privados a investigar son menores de lo que socialmente sería aconsejable. En otras palabras, si fuera el mercado quien regulara las actividades de I+D se tendría una asignación de recursos insuficiente. Esto implica que la introducción de innovaciones necesita el estímulo de la «apropiabilidad» (Arrow, 1962).

Desde la óptica de la protección de la actividad investigadora, podría pensarse en una política de patentes efectiva que corrija este problema y proporcione los

incentivos necesarios para que el nivel de investigación se acerque al óptimo. Sin embargo, los derechos de propiedad intelectual son desigualmente utilizados según el tipo de actividad empresarial. Por otra parte, las actividades de I+D tienen, también, otras características que hay que considerar. Una de ellas es el carácter acumulativo del proceso de avance tecnológico.

Cada innovación tecnológica genera una secuencia de posibles investigaciones que, a su vez, dan lugar a nuevas innovaciones y, así, sucesivamente. Este efecto dinámico y acumulativo requiere diseñar un sistema que proporcione a los agentes involucrados en cada fase del proceso de innovación los incentivos sociales necesarios que el sistema de patentes no proporciona.

Por otra parte, las teorías de crecimiento endógeno (Romer, 1980) ponen de manifiesto que, sin un esfuerzo investigador adecuado y, más concretamente, sin un esfuerzo en la formación de capital humano no es posible introducir a largo plazo mejoras técnicas sustanciales en el sector productivo, ni incluso alterar la posición competitiva de un país. Si a esto añadimos la presencia de economías de escala y la competencia oligopolística a nivel internacional, se puede concluir que es la competencia por la calidad, la innovación permanente, apoyada en una actividad de I+D considerable, y sustentada en unos recursos humanos suficientemente formados y motivados, la pieza clave para competir a largo plazo en los mercados internacionales.

Parece, pues, que estas características de la I+D, las relacionadas con los problemas de asimetría de la informa-

Cuadro n.º 1

**Dos ejes de articulación de la política científica y tecnológica como apoyo a la innovación empresarial**

| Integración de la política científica y tecnológica en el marco de las políticas económicas y sociales   | Creación de un entorno favorable al progreso tecnológico   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>—Mayor valoración de la investigación de excelencia</li><li>—Mayor interacción entre las universidades y los organismos públicos de investigación, los centros tecnológicos y la industria</li><li>—Fomento de la capacidad innovadora dentro de las empresas</li><li>—Prioridad a la difusión de la I+D y a la utilización del conocimiento</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>—Formación de recursos humanos y sistema educativo: importancia de la formación en los primeros niveles educativos</li><li>—Las universidades, elementos integradores de la industria del conocimiento</li></ul> |

ción, que se tratarán más adelante, y otras que no se han detallado, como puede ser la incertidumbre inherente a todo proceso de innovación tecnológica, proporcionan argumentos más que suficientes para justificar la intervención pública. Pero, ¿cómo actuar? Pues, con mucho cuidado, comenzando por abandonar la idea de que cualquier intervención pública es infalible y definitivamente buena, sin tener en cuenta que los efectos perversos que se puedan generar lleguen a ser mayores que los beneficios. Esto requiere reflexión, análisis de la realidad y coordinación entre las distintas actuaciones.

Si se analizan las disparidades en las políticas científicas y tecnológicas de los países más avanzados, se observa que están muy relacionadas con las peculiaridades de sus sistemas socioeconómicos. Esto viene a reforzar la idea de lo impor-

tante que son los «detalles» en el diseño de las formas de intervención. A pesar de las diferencias existentes, es posible identificar dos ejes en torno a los que se articulan las políticas de los países mencionados. El primero se basa en la integración de la política científica y tecnológica en el marco de políticas económicas y sociales que tienen como objetivo conseguir ventajas competitivas para el sector productivo y elevar el nivel y la calidad de vida de los ciudadanos. El segundo se orienta hacia la creación de un entorno favorable al progreso tecnológico, que valore y favorezca la generación, difusión y utilización del conocimiento en todos los ámbitos, y en el que la cantidad y calidad de los recursos humanos es el elemento esencial.

Entre las actuaciones que se observan en torno al primero de estos dos ejes, cabe destacar las siguientes:

## • Mayor valoración de la investigación de excelencia

La mayor valoración de la investigación de excelencia, junto a una estabilización del esfuerzo orientado a una «política industrial» conservadora, basada en subvenciones no orientadas al desarrollo de actividades de I+D e innovación, hay que analizarla teniendo en cuenta el mayor conocimiento que existe sobre el proceso de innovación tecnológica. Los conceptos clásicos de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo han demostrado ser totalmente inadecuados para describir el proceso de innovación actual.

En lugar de estos términos, se han introducido otros nuevos como son los de investigación de excelencia no orientada, equivalente a la investigación básica y la «investigación estratégica» o «investigación orientada» a la aplicación. Con ello se trata de resaltar la idea de la proximidad entre la investigación y el desarrollo de áreas con gran potencial tecnológico, como es el caso de las nuevas tecnologías básicas: electrónica, biotecnología, ciencia de materiales, etc. La existencia de conocimiento y experiencia públicos que estén a libre disposición de todos los agentes disminuye los costes fijos de innovación facilitando a las empresas su posicionamiento en la frontera de posibilidades de innovación.

En España, a principios de los ochenta se diseñaron políticas de apoyo a la investigación que convirtieron el sistema de investigación público español en un sistema homologable al de otros países europeos en muchas áreas del conocimiento. Este nivel se ha venido manteniendo, con leves mejoras, aunque se detectan algunas señales que apuntan a que el modelo

está agotado y que aconsejan una reconsideración profunda del propio sistema y un análisis cuidadoso de las nuevas circunstancias en las que debe aplicarse cualquier reforma del mismo que se pretenda realizar (Espineta, 2004). Entre los datos que avalan esta percepción cabe destacar los siguientes:

—En investigación básica el nivel medio alcanzado por las publicaciones de los investigadores españoles, así como su número, es muy satisfactorio, pero la mejora parece haberse estancado hace algún tiempo, sin conseguir que el porcentaje de publicaciones sobresalientes y el número de citas por artículo sea el que cabría esperar.

—El satisfactorio nivel en investigación básica en España tampoco se traduce en patentes en explotación en la proporción en que esto ocurre en Estados Unidos o en Japón, por citar dos países competidores. Éste es un mal que aqueja en general, aunque en distintas medidas para los distintos países, a toda Europa, pero ello no resta importancia al hecho de que en España es un problema preocupante.

—No se ha conseguido un porcentaje suficiente de absorción por el tejido industrial del personal investigador formado con ayudas públicas.

—Se está al borde de que se produzca un grave colapso del sistema de renovación de personal científico, ya que la caída en el número de alumnos en las facultades científicas y su peor cualificación, según percepción muy compartida, no permite producir el número de licenciados bien formados que se necesitan para dentro de diez años, tiempo mínimo que requiere su formación desde que se integran en el sistema universitario.

—Los sistemas de evaluación para la financiación de la I+D y los de selección de sus recursos humanos se han hecho romos y conservadores y la población evaluada, grupos de investigación, universidades y empresas, han desarrollado estrategias de defensa ante ellos. Así, el sistema tiene dificultades para discernir y reconocer la calidad y resulta excesivamente blando ante lo mediocre y poco decidido ante lo valiente, y fomenta la atomización de los grupos de investigación.

—La creciente complejidad de la investigación hace que sea necesario diseñar nuevos instrumentos del sistema nacional de I+D. La actual organización es demasiado rígida y necesita adaptación y creación de vías de actuación sobre el mismo más ágiles y flexibles.

—El desarrollo de la organización autonómica del Estado requiere diseñar sistemas de integración entre las iniciativas del gobierno central y las de los gobiernos autonómicos.

—Además, el momento actual del proceso de integración europeo y la creación de un Consejo Europeo de Investigación abren nuevas perspectivas. Es preciso analizar su impacto sobre la organización de la ciencia española y diseñar mecanismos para optimizar la participación española.

- **Mayor interacción entre las universidades y los organismos públicos de investigación (OPI), los centros tecnológicos (CT) y la industria**

La necesidad de que el proceso de innovación se desarrolle desde sus inicios en contacto con el mercado es una de

las mayores preocupaciones de los responsables públicos. Esto pone de manifiesto la importancia de la interacción entre el sector privado y las actividades públicas en las universidades, los OPI y los CT para reforzar la eficacia global del sistema.

Aunque en todos los países se habla mucho de este objetivo, la realidad es que las conexiones son casi siempre lejanas y existen dificultades en el lenguaje de comunicación entre los distintos agentes. La solución de este problema pasa necesariamente porque las universidades y los OPI incluyan en su estrategia la idea de contribuir a aumentar la innovación en las empresas mediante la aportación de los resultados y el conocimiento generado en su actividad investigadora. La valorización de los mismos y su comercialización les puede permitir situarse en una posición de menor dependencia de los fondos públicos. Es en este campo donde se ha de procurar que auténticos especialistas, auténticos gestores de la relación entre todos los agentes implicados: universidades, empresas y otras organizaciones de los sectores público y privado demandantes de los productos tangibles e intangibles derivados de la investigación, desarrollen estrategias para fomentar y organizar este «atractivo caos» que supone coordinar espacios de intereses y culturas tan diferentes. Tanto unos como otros han de entender que el intercambio tecnológico es un instrumento estratégico para que las universidades y centros de investigación estén en la frontera del conocimiento y las empresas puedan adquirir ventajas competitivas en los mercados internacionales y sea posible mejorar los estándares de calidad de vida de los ciudadanos.

En España una de las mayores carencias del sistema de innovación es el insuficiente aprovechamiento por parte de las empresas, en particular por las pymes, del conocimiento y del potencial científico y técnico existente en el sector público. El porcentaje de proyectos en los que la industria interactúa con el sistema público de investigación, con verdaderos contenidos de I+D y no con demanda exclusivamente de servicios repetitivos, es muy insuficiente, a pesar de que en los últimos años se detecta una tendencia creciente. Como se verá más adelante, los centros tecnológicos pueden jugar un papel de gran relevancia en la mejora de la actividad innovadora de estas empresas.

La parte del gasto en I+D financiado por la industria es un indicador de la relación entre los dos sectores. En España el 7,3% del gasto de I+D del sector público está financiado por la industria frente al 8,8% de la Unión Europea (UE). En el caso de la enseñanza superior, la industria financia el 7,7% del gasto en I+D, mientras que en la UE es del 6,8%.

La Encuesta de Innovación del INE de 2002 muestra que las empresas innovadoras colaboran más con las universidades que con proveedores y clientes. A pesar de ello, los datos de la misma encuesta demuestran que ni las universidades, ni los centros públicos de investigación, ni los centros tecnológicos son una fuente de información importante para la innovación, en particular, para las empresas de menos de 100 empleados.

Las experiencias de colaboración entre organismos de investigación del sector público y empresas han permitido establecer un intercambio y un proceso de aprendi-

zaje que mejora el conocimiento y entendimiento mutuo. En este sentido, las evaluaciones del Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI), que financia proyectos solicitados y liderados por investigadores del sector público en los que colaboraban empresas, y de los Proyectos Concertados del Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), proyectos liderados con empresas con la colaboración de grupos de investigación del sector público, ofrecen resultados que confirman su eficiencia como instrumentos de articulación del sistema de ciencia, tecnología e industria, favorecen las relaciones entre los sectores público y privado y facilitan el intercambio de conocimiento y el aprendizaje (Modrego, A. *et al.*, 1995, 1999).

En el caso del PETRI, la evaluación se realizó a partir de las respuestas obtenidas de 262 cuestionarios enviados a los grupos de investigación de las universidades y organismos públicos de investigación y de 124 enviados a las empresas participantes en el programa. Los resultados se pueden resumir en los siguientes puntos:

—En el PETRI hay un predominio de las pymes; el 44,1% de las empresas participantes son pequeñas, el 18,9% son medianas y el 36,9% son grandes empresas.

—Los sectores empresariales son muy variados, destacan el farmacéutico (24,0%), el agrícola, forestal y pesca (16,0%) y el de alimentación (11,0%).

—A pesar del bajo presupuesto de los proyectos, tanto las instituciones públicas como las empresas han valorado de forma positiva el impacto de la experiencia de colaboración mediante los proyectos realizados.

Cuadro n.º 2

**Experiencias de evaluación de la interacción entre organismos de investigación y tecnología y empresas**

---

Evaluación del Programa de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI)

---

|            |  |
|------------|--|
| Contenido  | —Financiación de proyectos solicitados y liderados por investigadores del sector público en los que colaboraban empresas   |
| Resultados | —Valoración positiva y deseo de seguir colaborando por parte de los participantes.<br>—Los grupos de investigación señalan que la colaboración ha permitido iniciar nuevas líneas de investigación y aproximar sus objetivos a las necesidades del entorno socioeconómico<br>—En las empresas se han iniciado nuevas actividades económicas y se han ampliado sus actividades de investigación |

---

Evaluación de los Proyectos Concertados del Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI)

---

|            |  |
|------------|--|
| Contenido  | —Financiación de proyectos liderados por empresas y en los que colaboran grupos de investigación del sector público  |
| Resultados | —Existen obstáculos relativos a la participación en el programa y a la ejecución e impacto de los proyectos, como son el tamaño y la falta de experiencia en la realización y gestión de actividades de investigación<br>—Las grandes empresas innovadoras experimentan un mayor aumento en su posición competitiva debido a su participación en el programa |

---

Evaluación de la actuación de los Centros Tecnológicos (CT)

---

|            |   |
|------------|---|
| Contenido  | —Los CT tienen como misión incrementar la competitividad de las empresas españolas, especialmente de las pymes, mediante la prestación de una amplia gama de servicios tecnológicos.  |
| Resultados | —Los CT de nueva creación requieren un apoyo público y privado sostenido a lo largo del tiempo y sujeto al cumplimiento de objetivos.<br>—Los CT necesitan alcanzar una masa crítica para conseguir en las empresas un impacto de alto valor añadido.<br>—Su oferta de servicios está condicionada por las características del entorno empresarial y de las políticas públicas nacionales y autonómicas orientadas a incrementar la innovación en las empresas<br>—La capacidad de los centros para desarrollar actividades de I+D a medio y largo plazo son imprescindibles para conseguir un impacto de alto valor añadido.<br>—La capacidad de arrastre de los CT para que las pymes puedan acceder a financiación pública es mayor que la de las universidades u organismos públicos de investigación |

---

—Destacan los altos porcentajes, 69% en el caso de los grupos de investigación y 78% en el caso de las empresas, que declaran estar interesados en seguir colaborando con los mismos o con distintos socios.

—Los grupos de investigación del sector público afirman que la colaboración les ha ayudado a iniciar nuevas líneas de investigación, incluso de carácter básico, y les ha servido para aproximar los objetivos de su investigación a las necesidades del entorno socioeconómico.

—Las empresas declaran que los resultados obtenidos les han permitido iniciar nuevas actividades económicas al mismo tiempo que han acelerado y, en su caso, ampliado las actividades de investigación dentro de la empresa.

—Las empresas destacan, además, su mejora tecnológica y de mercado como resultado de la colaboración y el desarrollo de relaciones de negocio de carácter internacional.

—Tanto los grupos de investigación como las empresas dan una valoración muy positiva al aprendizaje desarrollado en torno al proyecto (Crespo et al, 2000).

La evaluación de los proyectos concertados (Modrego *et al.*, 1995, Acosta y Modrego, 2001, Revilla *et al.*, 2003) se llevó a cabo a partir de las respuestas de 118 cuestionarios de empresas, que habían realizado 281 proyectos. Entre los resultados de la evaluación cabe destacar los siguientes:

—El tamaño y la falta de experiencia en la realización y en la gestión de actividades de investigación representan obstáculos para la participación en el programa de las empresas, para la ejecución de

proyectos complejos y para el impacto de los resultados obtenidos.

—Las pequeñas empresas no innovadoras no participan en esta acción debido a que su tamaño y su falta de cultura innovadora no les permiten superar las barreras financieras y tecnológicas.

—La experiencia en investigación ayuda a las pymes a superar los obstáculos financieros y a obtener un elevado nivel de adicionalidad.

—La investigación realizada por las grandes empresas innovadoras tiene un carácter más precompetitivo que la desarrollada por las pymes, por lo que no es de extrañar que éstas experimenten un mayor aumento en su posición competitiva como resultado de su participación en el programa.

—Los proyectos concertados tienden a favorecer, también, con mayor intensidad la colaboración entre las pymes y las universidades y organismos públicos de investigación que las grandes empresas que tienen mayor capacidad para interactuar con las instituciones del sector público.

Como complemento a estos dos tipos de actuaciones, resulta interesante hacer una reflexión sobre las características de los centros tecnológicos (CT) como organismos que pueden servir para facilitar y promover la innovación en el sector productivo y la colaboración con el sector público de investigación.

Los resultados del estudio de evaluación de los centros tecnológicos españoles realizado a partir de la información recogida en el año 2000 sobre 73 centros (Modrego *et al.*, 2003) ponen de manifiesto su importancia en el proceso de inno-

vación tecnológica empresarial de algunas comunidades autónomas. Al mismo tiempo, sirven para destacar ciertas características que podrían ser de ayuda para el diseño de políticas públicas orientadas a conseguir un mayor aprovechamiento del conocimiento existente en el sistema público de investigación por parte de las empresas.

Como se ha visto anteriormente, las evaluaciones del PETRI y de los proyectos concertados del CDTI revelan la existencia de una serie de barreras que dificultan la interacción entre las universidades y organismos públicos de investigación y la industria. La superación de esas barreras no es tarea fácil, ni para las instituciones públicas de investigación ni para las empresas debido, fundamentalmente, a las diferencias culturales existentes en ambos ámbitos. A esto hay que añadir los problemas de información que existen acerca de las necesidades del sector productivo y que son fundamentalmente de dos tipos. El primero de ellos se refiere a la falta de información que, a menudo, tienen las propias empresas sobre el tipo de servicios que necesitan para acometer innovaciones que les hagan ser más competitivas, y/o a las dificultades para manifestar de forma explícita su demanda. En esta situación las empresas delegan en los organismos con los que colaboran la tarea de detectar sus necesidades. Esto implica que la calidad del servicio prestado a las empresas dependa, en gran medida, del grado de comunicación que exista entre el organismo que presta el servicio y las empresas usuarias.

El segundo de los problemas de información está relacionado con las dificultades que tienen las empresas para estimar

los beneficios que pueden obtener de los distintos servicios que otros agentes están en condiciones de prestarles. Esto es debido a que el impacto de dichos servicios se distribuye entre un amplio rango de actividades que dificultan su medición y a que los rendimientos pueden no ser inmediatos y a menudo se hacen visibles sólo en el medio o largo plazo. La valoración adecuada de los rendimientos de los servicios tecnológicos se consigue, en la mayoría de las ocasiones, a través de la experiencia surgida como consecuencia de transacciones que se repiten a lo largo del tiempo y que, además, sirven para generar confianza en las empresas.

Estos dos tipos de problemas que, en mayor o menor medida, aparecen en toda transacción de servicios en función de su intangibilidad y complejidad, se hacen más patentes cuando los usuarios son las pymes, en particular, si son de bajo nivel tecnológico. En muchas ocasiones, la falta de capacidad para identificar sus necesidades en términos de objetivos claros hace que los servicios que reciben sean poco adecuados y de baja calidad. Si a esto se le añaden las dificultades que encuentran para hacer una valoración de los mismos y conocer las diferencias entre la calidad de la oferta de los distintos proveedores, el resultado es que el nivel de utilización de los servicios que se ofrecen está por debajo de las necesidades del sector empresarial.

Estos dos problemas de información tienen una clara repercusión en el aprovechamiento óptimo por parte de las empresas del conocimiento existente en el sistema público de investigación. Y es en este contexto donde los CT juegan un papel relevante por su mayor cercanía al entorno empresarial y su capacidad de

identificar el conocimiento acorde a las necesidades de las empresas, sin que esto implique una solución inmediata del problema. El primer reto que ha de afrontar un CT es incorporar entre sus actividades esenciales la tarea de crear un *espacio común de información* con las empresas, que les permita identificar y conocer sus necesidades reales, tanto presentes como futuras, y adecuar su oferta de servicios a las mismas.

La creación de este espacio común de información ha de entenderse como el resultado de un *proceso de aprendizaje interactivo* en el que participen, no sólo las empresas sino también otros agentes de su entorno, como son las universidades y los organismos públicos de investigación y las administraciones públicas (AAPP). En este proceso los CT, por sus características, están en condiciones de llegar a ser el *elemento catalizador* para conseguir una mayor articulación entre los diferentes actores del proceso innovador. En este sentido, sería conveniente que las políticas de innovación de las distintas administraciones públicas tuvieran en cuenta las características diferenciadas de estas organizaciones, que pueden ser elementos claves para la innovación empresarial, en tanto en cuanto tienen una ventaja comparativa para detectar las necesidades de innovación de las empresas y para establecer colaboraciones con universidades y OPIs que puedan solucionarlas.

Los resultados del estudio de evaluación anteriormente mencionado ponen de manifiesto algunas de sus características más relevantes:

—Los CT han sido en muchos casos promovidos por asociaciones empresariales y han contribuido en gran medida a

facilitar y promover el proceso de innovación tecnológica empresarial de algunas comunidades autónomas mediante la prestación de distintos tipos de servicios.

—Los centros de nueva creación necesitan de un apoyo público y privado bien diseñado y sostenido a lo largo de un periodo de tiempo, y sujeto al cumplimiento de objetivos, que les permita ir adecuando su oferta de servicios a las necesidades de las empresas. Esto supone la ineficiencia de políticas puntuales sin objetivos rigurosos que se interrumpen con la misma rapidez con la que se iniciaron.

—La importancia del tamaño en el valor añadido de los servicios pone de manifiesto la necesidad de que los centros alcancen una masa crítica para poder desarrollar este tipo de actividades, por lo que sería importante dar incentivos para un crecimiento adecuado de los centros, para la formación de redes y para la colaboración con las universidades y organismos públicos de investigación.

—La oferta de servicios está claramente condicionada por el entorno empresarial en el que desarrollan su actividad y por las políticas públicas, nacionales y autonómicas, orientadas a incrementar la innovación en las empresas.

—Se ha demostrado la importancia de actividades de I+D a medio y largo plazo para conseguir en las empresas un impacto de mayor valor añadido. La financiación de estas actividades no ha de ser necesariamente competitiva, aunque sí sujeta a la consecución de objetivos estratégicos.

—Los centros han de dar mayor importancia a los factores organizativos y de

gestión empresarial y marcarse líneas estratégicas de actuación.

—La capacidad de arrastre de los CT para que las pymes puedan acceder a financiación pública en actuaciones como el PROFIT es mayor que la de las universidades y los organismos públicos de investigación. Esto tiene, a su vez, repercusiones en el impacto de sus actuaciones.

- **Fomento de la capacidad innovadora dentro de las empresas**

Un objetivo compartido por los gobiernos de los distintos países es estimular a las empresas, especialmente a las pymes, para que la innovación tecnológica llegue a ser un elemento habitual de su estrategia, al entender que son ellas las que mejor saben dónde innovar y con qué intensidad es necesario hacerlo para desarrollar productos comercializables.

Los medios para estimular la innovación en las empresas son muy variados y dependen de las características económicas y socioculturales que existen en los diferentes países y del conocimiento de las empresas en materia de I+D. Sin embargo, en todos ellos hay una gran preocupación por incorporar a las pequeñas y medianas empresas al proceso de I+D. Entre las medidas que existen cabe destacar las subvenciones o donaciones directas a las empresas, las desgravaciones fiscales y los programas públicos de I+D con participación empresarial.

Hay objeciones a estos incentivos respecto a los problemas que pueden originar en el funcionamiento de los mecanismos de mercado al falsear la competencia. En este sentido, en la mayor par-

te de los países europeos se propugnan otras medidas, como la financiación parcial con fondos públicos de los institutos especializados relacionados con agrupamientos sectoriales, la concesión de subvenciones parciales a los contratos de investigación, una reducción de los gastos indirectos de personal y un generoso apoyo a las universidades para que fortalezcan sus vínculos con el sector empresarial.

La situación en España es manifiestamente mejorable. La baja actividad en I+D del sector empresarial en comparación con otros países se relaciona con el predominio de sectores tradicionales y pymes y al comportamiento empresarial de basar su competitividad en bajos costes laborales. En el informe de COTEC de 2004, sobre el sistema español de innovación, se señala que, a pesar de los incentivos fiscales que existen en España, «los más generosos de Europa» para las actividades de I+D, sólo la mitad de las empresas de más de 200 trabajadores, y una tercera parte de las restantes están haciendo uso de este instrumento. A esto hay que añadir que algo más de un tercio de las empresas, independientemente de su tamaño, los conoce pero no los aplica. Si se tiene en cuenta que su aplicación implica la adopción de prácticas contables avanzadas, parece que, al menos para un tercio de las empresas, el coste de adaptar sus prácticas contables es superior a las ventajas fiscales que les pueden proporcionar. Por unas y otras razones, lo que parece estar claro es que estos incentivos siguen sin funcionar. Esta falta de funcionamiento está posiblemente relacionada, tal y como afirman algunos autores (Stoneman, 1995, Metcalfe, 1995, 1997), con el hecho de que, en

la mayoría de las ocasiones, la innovación no es un problema de precio sino de falta de información.

Por lo que respecta a las ayudas a la financiación de las actividades de innovación a través del Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), dirigido fundamentalmente a empresas, presentan ciertas carencias. Los resultados del informe de evaluación de los proyectos cooperativos del Programa PROFIT (Modrego *et al.*, 2004), obtenidos a partir de la información proporcionada por el antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología, sirven para resaltar las siguientes características del programa:

—Las ayudas del PROFIT para la financiación de proyectos de I+D e innovación se conceden en forma de créditos y subvenciones. En el periodo 2000-2003 se han solicitado 2.867 proyectos cooperativos de los cuales se han ejecutado 1.206, un 42,06%. Esto representa una financiación total de 130,789 millones de euros en forma de subvenciones y 258,444 millones de euros en forma de créditos. El reducido importe por proyecto de las subvenciones no parece que pueda constituir un estímulo para la inversión privada

—El peso de los proyectos cooperativos en el total del programa es bastante bajo. Las solicitudes suponen sólo un 14,23% del total y los ejecutados un 15,19%. Si a esto se le añade que el número de entidades en los proyectos cooperativos ejecutados tiene una tendencia decreciente, pasando de 3,62 entidades por proyecto en el año 2000 a 2,75 en el año 2003, cabe preguntarse en qué medida el programa trata de favorecer la colaboración entre distintas entidades. Esto puede te-

ner claras repercusiones en el retraso en el fomento de la colaboración en la innovación empresarial.

—Si se analiza la financiación, el peso de los cooperativos es mayor si se tienen en cuenta las subvenciones, 29,83% frente al 12,8% de los créditos. Esto parece indicar una tendencia mayor a subvencionar los proyectos cooperativos junto con una reticencia de las entidades a endeudarse con otras.

—La colaboración entre universidades y centros tecnológicos, medida por el número de proyectos en los que participan, es muy baja, a pesar de que dichos proyectos presentan las tasas de ejecución más elevadas.

—Los proyectos con centros tecnológicos aglutinan a un mayor número de entidades, un hecho que se puede interpretar en clave de la mayor capacidad de arrastre que tienen con las empresas no innovadoras que carecen de medios o experiencia para desarrollar actividades innovadoras. En esta línea, también, puede destacarse su capacidad de fomento de la cooperación interregional.

—Si se tiene en cuenta la especialización tecnológica de los proyectos, se puede observar una gran concentración entre áreas. Diseño y producción industrial, tecnologías de la información y de las comunicaciones y sociedad de la información aglutinan el 57% de los proyectos ejecutados, el 73,7% de las subvenciones y el 71,6% de los créditos. Otras áreas, como recursos y tecnologías agroalimentarias y materiales, muestran tasas de ejecución muy bajas y la financiación que reciben sus proyectos no llega al 50%. Estos resultados parecen indicar ciertos desajustes entre las de-

Cuadro n.º 3

**Resumen de evaluación del Programa PROFIT**

- Las ayudas al proyecto tipo en el PROFIT son de escasa cuantía, aunque algunos proyectos obtienen una financiación generosa. En estas condiciones las ayudas otorgadas difícilmente pueden producir efectos de adicionalidad en la inversión empresarial.
- No se fomenta la colaboración entre las empresas, ni la de estas con las universidades y centros tecnológicos.
- La concentración por áreas tecnológicas es muy grande y se detectan ciertos desajustes entre la demanda de financiación por parte de las empresas y la oferta del Ministerio. Igualmente, su distribución por zonas geográficas está muy concentrada.
- La falta de información sobre los resultados obtenidos, ni tan siquiera sobre los previstos, impide hacer una valoración de en qué medida las ayudas se han destinado realmente a apoyar actividades de innovación, en particular de I+D.

mandas tecnológicas del sector productivo y la oferta de financiación del Ministerio.

El análisis de la distribución por comunidades autónomas de los proyectos pone de manifiesto la gran concentración geográfica de la innovación en España. Los proyectos que tienen como responsable a una entidad de Madrid, País Vasco o Cataluña, por ese orden, representan el 70% del total. Su importancia es aún mayor atendiendo a la financiación recibida, 76,89% del total de subvenciones y 86,16% del total de créditos.

• **Prioridad a la difusión de la I+D y a la utilización del conocimiento**

En los últimos años la difusión de la I+D ha constituido una grave preocupa-

ción en la mayoría de los países, fundamentalmente en aquellos que teniendo sistemas capaces de producir tecnologías muy avanzadas no han obtenido las ganancias económicas y sociales esperadas, al existir estrangulamientos u obstáculos en el proceso de difusión del conocimiento.

Los factores que subyacen a este tipo de situaciones están directamente relacionados con el proceso de la difusión de la I+D. Este proceso no es lineal, como se ha entendido tradicionalmente, sino que presenta una gran complejidad y está condicionado por factores tales como: la disponibilidad de mano de obra cualificada y de infraestructuras, las prácticas de gestión y organización públicas y privadas inadecuadas, la percepción y, en general, las actitudes sociales ante la innovación.

Si hace unos años las medidas que se tomaban en los distintos países se basaban, fundamentalmente, en crear y difundir información y en dar subvenciones para favorecer la adopción rápida de ciertas tecnologías, ahora los gobiernos de los países tienen en cuenta el entorno de las empresas, de las universidades y de los OPI, dándole a las pymes un destacado papel en el proceso de difusión. En todos ellos se observa una proliferación de centros y organismos de naturaleza muy variada, como pueden ser los centros interdisciplinarios, centros de excelencia, centros cooperativos universidad-industria, centros de transferencia de tecnología, etc. Mención especial cabe hacer de los ya mencionados *cluster* de conocimiento basados en la concentración de generadores y usuarios de conocimiento.

En España la actitud social hacia la ciencia y la tecnología, cuando no es de indiferencia, es ambivalente (FECYT, 2004). Puede despertar admiración en ocasiones, pero también temor y hostilidad en muchos casos. Es imprescindible hacer un esfuerzo para integrar la cultura científica en nuestra sociedad con el fin de valorar la ciencia y conocer lo fundamental que resulta para el desarrollo social aumentar el apoyo de la sociedad a la actividad científica.

Y esto nos lleva, por fin, a los aspectos relacionados con el segundo eje, que es la creación de un entorno social favorable al progreso tecnológico. Un entorno que tiene que ver con la puesta en marcha de profundos cambios organizacionales e institucionales y, sobre todo, con la formación de recursos humanos con capacidad para crear y difundir los avances tecnológicos.

El cambio tecnológico es, sobre todo, un proceso de transformación social que exige una adaptación, a menudo profunda, de la organización, de las actitudes y de los métodos de trabajo. La herramienta más importante de los sistemas productivos de los países más desarrollados es el conocimiento de sus trabajadores, que precisa de métodos de gestión distintos de los habituales, tanto en el sector público como en el privado.

En los países más avanzados las políticas activas de I+D están estrechamente vinculadas al desarrollo económico y, por tanto, ocupan un lugar prioritario en las agendas gubernamentales.

Las distintas administraciones públicas, además de propiciar y fomentar las actividades de I+D y de innovación, tienen la responsabilidad de introducir innovaciones en sus organizaciones con la finalidad de mejorar su gestión.

Las actuaciones para conseguir unos recursos humanos suficientemente formados y motivados son la pieza clave para competir a largo plazo en los mercados internacionales.

Las universidades y los organismos públicos de investigación han de incluir en su estrategia la colaboración con las empresas para contribuir a aumentar la innovación en el sector productivo.

El escaso aprovechamiento de los incentivos fiscales puede deberse a que, en muchas ocasiones, la innovación no es un problema de precio sino de falta de información

El cambio tecnológico es, sobre todo, un proceso de transformación social que requiere un cambio de mentalidad en la sociedad. La innovación es responsabilidad de todos los ciudadanos.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y SISTEMA EDUCATIVO

Una de las cuestiones menos controvertidas del proceso de innovación es la importancia de la formación de los recursos humanos que haga posible que dicho proceso sea eficiente y se materialice en beneficios económicos y sociales que lleguen a todos los ciudadanos (Tuomi, 2004).

La creación y la difusión de las innovaciones tecnológicas, así como la generación de riqueza y de bienestar social inducidos por ellas, dependen, básicamente, de la cantidad y calidad de los recursos humanos que haya en todos los niveles sociales y, en particular, en el sector productivo. Ahora bien, como se ha demostrado en muchos casos, la mera existencia de capacidades sólo es una condición necesaria, pero no suficiente. La incorporación, la aportación de los recursos humanos al proceso innovador de un país pasa necesariamente por diseñar con especial rigor métodos de organización y gestión de sus capacidades, tanto en el sector público como en el privado, con actuaciones complementarias en ambos sectores. No hay innovación sin formación. No hay innovación sin una sociedad convencida y comprometida con la idea de que la modernización, el bienestar y el futuro del país dependen de las aportaciones de todos y cada uno de los ciudadanos que la integran, desde los empresarios a los consumidores, pasando por los docentes, investigadores y responsables públicos.

La innovación y la formación son, por tanto, tareas que competen a todos los individuos y en las que están involucrados todos los agentes sociales. Si bien es

cierto que la formación a todos los niveles, no tanto su provisión, se ha considerado tradicionalmente responsabilidad de los poderes públicos, las empresas y otras instituciones privadas juegan un papel relevante que no pueden eludir. La sociedad, en su conjunto, tiene que pedir, promover e impulsar el cambio en el proceso de educación y formación de los ciudadanos y tomar parte activa en el mismo.

La apuesta por la educación es el factor que discrimina sin ambages a los países que tienen una estrategia de futuro de los que carecen de ella, sencillamente porque son incapaces de identificar los «detalles» claves para su desarrollo a largo plazo. Son países donde, hace ya mucho tiempo, se ha superado la falsa polémica sobre si educar al ciudadano para vivir o formarlo para producir. El diseño de sus sistemas educativos responde, no tanto a obtener un producto terminado final, sino más bien a la de sentar unas bases sólidas para lo que va a ser un proceso de aprendizaje que ha de prolongarse y desarrollarse a lo largo de toda la vida. En este contexto, la educación formal no es más que un punto de partida de este largo proceso de aprendizaje.

Este planteamiento pone de manifiesto la importancia de la formación en los primeros niveles educativos. Es precisamente en las fases iniciales de la enseñanza cuando hay que poner especial énfasis en desarrollar en los niños y en los jóvenes habilidades que les permitan enfrentarse a los problemas reales, tener iniciativa y espíritu emprendedor y desarrollar actitudes positivas ante cualquier tipo de situación, además de aceptar la idea de que la formación es un proceso permanente. Está claro que esto no se

consigue proporcionándoles un mero catálogo de conocimientos compartimentados con más o menos acierto en materias; requiere, más bien, una reforma estructural de todo el proceso de enseñanza que desarrolle en los alumnos capacidades para dar respuesta a un entorno cambiante, donde las innovaciones tecnológicas plantean continuamente nuevas necesidades en formación, calificaciones y habilidades.

La tarea es compleja y requiere la colaboración entre el sector privado y los poderes públicos; hay que abandonar la idea de que la educación y la formación es un asunto que incumbe exclusivamente a las administraciones públicas y, en particular, a los responsables de los departamentos de educación. Si no se producen cambios sustanciales en el método, en el que tanto los centros educativos como las empresas forman a los individuos, ni la política económica ni las innovaciones tecnológicas serán capaces de producir mejoras significativas en el desarrollo económico y en el bienestar social.

Los recientes datos del *Informe Pisa* (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) sobre el estado de la educación en los países de la OCDE han supuesto una llamada de atención en España al comprobar los malos resultados del sistema español. Resultados que tampoco difieren tanto de los de informes anteriores, aunque corroboran una preocupante tendencia a la baja. Algunas de las reacciones, desmesuradas y faltas del más mínimo rigor científico tan necesario en este tema, todavía provocan más preocupación que los propios resultados de dicho informe. Esta ocasión podría ser aprovechada para propiciar una reflexión seria y rigurosa de cara a las reformas

educativas que se avecinan. De esta manera, se podría facilitar la incorporación de algunos de los elementos que pueden ayudar a corregir una tendencia no deseada en la formación de los jóvenes de este país.

Es cierto que la baja inversión que históricamente se ha destinado a educación y la falta de infraestructuras públicas son factores que subyacen a los malos resultados obtenidos. Pero, sería un error quedarse ahí, pidiendo más y más recursos y no considerando otros factores tan importantes como el gasto educativo, como se desprende de un rápido estudio comparativo con otros países. Corea e Irlanda, con niveles de gasto muy similares a España, tienen unos resultados mejores; los alumnos coreanos figuran entre los primeros. Finlandia, con un gasto medio por alumno ligeramente superior al de España, se coloca a la cabeza de los países de la OCDE. En el contexto europeo no es ninguna casualidad que tanto Irlanda como Finlandia también estén a la cabeza de los países que han experimentado un notable crecimiento basado en la innovación tecnológica.

El modelo de educación finlandés data de los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial y los sucesivos gobiernos se fijaron como prioridad una educación que fuera, además de universal, eficiente, y basada en tres elementos básicos:

- Igualdad; la educación es gratuita e igualatoria y garantiza la equidad y el acceso para todos.
- El profesorado tiene una sólida formación académica y se presta una especial atención a la permanente actualización de sus necesidades profesionales.

—Se tiene una activa participación del entorno social. La familia, en particular las madres incorporadas al sistema laboral, son las primeras interesadas en motivar en los niños y en los jóvenes el gusto por la educación.

A esto se añade dos elementos clave que comparten los países con mejores resultados. El primero de ellos es una visión estratégica sobre la educación, con unos objetivos claros sobre lo que tendría que ser la formación de los jóvenes para tener éxito personal y profesional en el futuro. La segunda es la involucración de los profesores en los resultados de los alumnos, basada en un sistema de incentivos. Por el contrario, los sistemas educativos con menos éxito, a menudo, no tienen organizaciones ni métodos de gestión adecuados para utilizar todo el potencial de los alumnos y profesores.

En España, ante una nueva situación de cambio del sistema educativo, se corre el riesgo de que la reforma acabe planteándose en términos de cambios curriculares, cuando realmente lo que se necesita es una visión estratégica de los resultados que se quiere lograr, basada en un consenso real de la sociedad sobre los objetivos que se desea alcanzar. Esto requiere un cambio de rumbo donde, además del consenso social, se establezca una coordinación seria y rigurosa de todas las actuaciones políticas involucradas en el desarrollo sostenido del país, comenzando por la política económica y continuando por la científica y técnica, la de innovación y otras políticas sociales. Pero, además, es preciso que cualquiera que sea el cambio que se produzca, contemple al profesorado como elemento determinante de éxito y

se le dé un mayor reconocimiento y valoración social.

Las reformas educativas llevadas a cabo en este país habitualmente no han contemplado como factor estratégico las políticas de mentalización, formación e incentivos del profesorado, orientadas a tener un mayor protagonismo en la formación de los individuos, con lo que ello comporta en términos de asunción de riesgos y responsabilidades. Los profesores no pueden ser los grandes olvidados de las reformas, porque, además de ser sujetos activos en el proceso de formación, constituyen un referente para los alumnos. Si el objetivo es formar individuos creativos, con capacidad para responder a los rápidos e impredecibles cambios del entorno, para ejercitar las normas esenciales de comportamiento social, para afrontar riesgos y estar dispuestos a seguir aprendiendo siempre, no se puede tener a un profesorado con poco reconocimiento social, desmotivado y pasivo que no incorpore en la práctica diaria de su profesión estos elementos como características esenciales y diferenciales de su comportamiento. Esto no se aprende en manuales, se aprende observando comportamientos y es igualmente válido en todos los niveles de enseñanza.

Además de esto, solamente con una buena capacitación y colaboración del profesorado es posible que las materias básicas en la enseñanza primaria como son: aprender a leer entendiendo lo que se lee y disfrutándolo, aprender a comunicarse con los demás oralmente y por escrito, aprender a razonar utilizando la lógica y las matemáticas como instrumentos amigables y no como selectivas herramientas de tortura, aprender a captar

el funcionamiento de los fenómenos de la naturaleza mediante el desarrollo de sistemas de observación científicos y análisis adecuados, dejen de ser planteamientos utópicos para transformarse en realidades.

De la misma forma es relevante el papel del profesorado en la enseñanza secundaria, con una doble responsabilidad que atender. En primer lugar, la de acercar a los jóvenes al sector productivo. Un acercamiento que, en ningún caso, debería suponer una formación ocupacional dedicada a una finalidad específica. El secreto del éxito de las economías más dinámicas se basa en que sus trabajadores poseen una formación amplia y polivalente, y una gran cultura tecnológica que les capacita, no sólo para tener unos elevados índices de productividad, sino para estar en disposición de adquirir continuamente nuevos conocimientos. La segunda responsabilidad es poner las bases de la formación de los futuros profesionales e investigadores que, desde sus respectivos ámbitos de actuación, van a ser claves para el futuro del país.

Esta doble vertiente requiere, por una parte, una mayor participación de la sociedad en general, y de los empresarios en particular, que sirva para orientar la capacitación profesional a los jóvenes que no quieren continuar estudiando, después de la etapa de enseñanza obligatoria. Por otra parte, para la formación de futuros profesionales e investigadores es necesario que el profesorado, además de una sólida y rigurosa preparación académica que implicaría, también, cambios en las instituciones universitarias responsables de su proceso de formación, esté inmerso en un proceso continuo de ac-

tualización del conocimiento científico y técnico que se está generando en las universidades y centros de investigación y de su utilización por parte de las empresas y de la sociedad en su conjunto.

Esto requiere una política de profesorado con objetivos muy bien definidos. Los profesores de los primeros niveles de la enseñanza deben dejar de ser los grandes olvidados en todos los procesos de reforma educativa y convertirse en una de las piezas clave del sistema. Hay que desarrollar una política de formación y apoyo a los docentes y crear un sistema de incentivos para que los profesores acepten responsabilidad y recompensas por los éxitos que logren. Es responsabilidad de los poderes públicos diseñar esta política, en colaboración con el propio profesorado, con los empresarios y con otros agentes sociales que asegure la eficiencia y la eficacia del sistema educativo.

No hay innovación sin formación. La apuesta por la educación es el factor que discrimina sin ambages a los países que tienen una estrategia de futuro de los que carecen de ella.

La innovación y la formación son tareas que competen a todos los individuos y en las que están involucrados todos los agentes sociales.

La educación formal no es más que un punto de partida de un largo proceso de aprendizaje.

Los profesores no pueden ser los grandes olvidados de las reformas educativas ya que, además de ser sujetos activos en el proceso de formación, constituyen un referente para los alumnos.

## 5. LAS UNIVERSIDADES, ELEMENTOS INTEGRADORES DE LA INDUSTRIA DEL CONOCIMIENTO

La mejora de la posición competitiva de un país depende de la cantidad y calidad de sus recursos, en particular de los científicos y tecnológicos, y de su utilización en el proceso productivo. Las universidades, tradicionalmente consideradas como almacenes de conocimiento, pasan a jugar un papel fundamental en todo el proceso de innovación tecnológica, donde el conocimiento tiene una importancia estratégica. Los artefactos se pueden comprar y vender y son de fácil acceso. El conocimiento es más difícilmente transferible.

En el reparto de tareas inherente a la concepción tradicional de producción del conocimiento, a la universidad se le ha venido reservando la tarea de producir ciencia, sistematizar el conocimiento acumulado y formar a estudiantes e investigadores, siendo las empresas los agentes encargados de la aplicación de esos conocimientos. De esta manera, la relación universidad-empresa, adoptando una afortunada e irónica visualización del profesor Gibbons, se asemeja a una carrera de relevos en la que la universidad transmite a la industria el testigo del conocimiento, para que ésta se encargue de su aplicación, explotación y comercialización.

Pero, desgraciadamente, este cómodo modelo lineal no funciona. De la misma manera que hay unos métodos distintos de producción de bienes y servicios y de organización de esas formas de producción, hay que aceptar que la forma de producir conocimiento ha cambiado radi-

calmente, y enfrentarse a esta realidad constituye un reto de gran alcance, no sólo para las universidades sino también para la sociedad en su conjunto que ha de pedir, promover e impulsar cambios de gran calado en el diseño, organización y gestión de los centros universitarios y en las relaciones entre ellos y el entorno productivo y social.

Estas relaciones no deben abordarse desde una perspectiva coyuntural, sino que han de tener en cuenta la naturaleza del mismo proceso de innovación que hoy, más que nunca, se caracteriza por sus continuos y rápidos cambios para los que se requiere nuevas ideas, conocimiento y tecnología. El desarrollo en la década de los ochenta de nuevas tecnologías básicas en campos tan diversos como la electrónica, la biotecnología, la ciencia de materiales, la investigación energética, la tecnología médica, entre otros, ha puesto de relieve dos aspectos de gran trascendencia. El primero de ellos es la interacción que se produce entre ellas. Cada vez es más difícil separar los campos; el conocimiento invade todos los campos, y los lazos que se establecen entre ellos son extraordinariamente complejos, pero enriquecedores.

El segundo aspecto que se observa en estas tecnologías es su marcado carácter científico, que se manifiesta, por un lado, en su proximidad y dependencia de los desarrollos que tienen lugar en la frontera de la investigación básica y, por otro lado, en su creciente complejidad intelectual que requiere la colaboración de personal altamente especializado en diversas disciplinas de la ciencia y la tecnología.

En este contexto, el conocimiento pasa a ser un bien de importancia estratégica y las universidades han de dejar de ser almacenes para convertirse en organizaciones integradoras de la multifacética y cambiante industria del conocimiento. Esto requiere un cambio de mentalidad que incorpore nuevos conceptos e ideas sobre el funcionamiento de las universidades. Las experiencias de algunas universidades europeas innovadoras como Warwick, Twente, Strathclyde, Chalmers y Joensuu, entre otras (Clark, 1997), parecen apuntar a la conveniencia de que sean las propias universidades las que incorporen en su cultura el espíritu emprendedor y acometan los necesarios cambios organizativos para convertirse en organizaciones capaces de responder de forma eficaz a las demandas que provienen de su entorno.

Esto supone un cambio evidente en la mentalidad de las instituciones universitarias. La clave de su buen funcionamiento depende de su reputación y esta se adquiere, fundamentalmente, por la competencia y la calidad de sus recursos humanos, por la transparencia de su gestión, fundamentalmente la correspondiente a los recursos públicos, y por el grado de autonomía real en su funcionamiento. Para ello se necesita la incorporación a las universidades de auténticos profesionales, especialistas en organización y gestión del conocimiento y de los recursos, humanos y físicos, que tengan capacidad para diseñar estrategias que permitan coordinar esfuerzos en la formación de recursos humanos y movilizar todos los recursos científicos y tecnológicos disponibles. Una universidad bien concebida, bien diseñada y bien gestionada es una fuente generadora de productos y

servicios de alto valor añadido que, convenientemente comercializados, podrían ser apreciados por el mercado. Una universidad así podría pasar de ser un sumidero de recursos públicos a ser una fuente de recursos, resultado de la venta de esos productos y servicios.

En España, ante una nueva ley de reforma universitaria, hay manifestaciones que apuntan a la necesidad de que las universidades emprendan una reforma a fondo en sus organizaciones. Su excesiva dependencia financiera del sector público, principalmente de las comunidades autónomas, se ve reflejada en el escaso porcentaje, apenas un 20%, que representa la financiación privada en sus presupuestos. Hasta ahora el reparto de fondos se ha determinado en función del número de alumnos, incluidos los repetidores (!). Hablar de autonomía en estas condiciones es una de las contradicciones en las que están atrapadas las instituciones universitarias españolas.

En un artículo sobre el gobierno de las universidades (Urrutia y Modrego, 2002), se identificaba esta como la variable clave para que las diversas administraciones autonómicas competentes en la materia y las propias universidades, amparadas en su autonomía, hagan su trabajo experimentador y de fomento de la competitividad como base de su reputación. El informe Bricall sobre la Universidad 2000, elaborado por un grupo de especialistas de reconocido prestigio, también señalaba esta variable como una de las más importantes a tener en cuenta en cualquier reforma del sistema universitario.

Betty Zucker, especialista en gestión del conocimiento, ha advertido en diver-

Los trabajos que las universidades son aglomeraciones de personas lúcidas, pero no son ejemplo de lucidez colectiva, y añade que la falta de circulación de conocimientos hace que la universidad como totalidad no sea inteligente. Estas afirmaciones ponen de manifiesto que, en organizaciones como las universidades, donde el conocimiento es el principal recurso, la inteligencia organizativa ha de ocupar un lugar protagonista.

El futuro de las universidades públicas españolas pasa por la reforma de la arquitectura institucional que dé paso a la posibilidad de crear un ambiente en el que, por una parte, se optimice la producción de bienes intelectuales y, por otra, se preste especial atención a obtener los beneficios asociados al indiscutible valor potencial de los mismos. Pero, para conseguir esta forma de organización inteligente es absolutamente necesario que haya una amplia presencia de la sociedad en el ámbito universitario. A este fin es importante que cada comunidad autónoma se aproveche de sus centros universitarios y diseñe un sistema de incentivos para que lleguen a ser competitivos. Y para conseguir esto no hace falta más que dejar de hacer y dejar hacer y tener presente que la calidad de las instituciones públicas está relacionada con la eficacia con la que se gasta el dinero público y su capacidad para captar fondos del sector privado. Es esta respuesta emprendedora de las universidades lo que constituye la verdadera garantía de una auténtica autonomía universitaria.

En la sociedad actual el conocimiento es un bien de importancia estratégica.

La forma de producir conocimiento ha cambiado radicalmente. Esta nueva reali-

dad constituye un reto de gran alcance, no sólo para las universidades sino para la sociedad en su conjunto.

En las universidades, donde el conocimiento es el principal recurso, la inteligencia organizativa ha de ocupar un lugar protagonista.

Han de ser las propias universidades las que incorporen en su cultura el espíritu emprendedor y acometan los necesarios cambios organizativos para convertirse en organizaciones capaces de responder de forma eficaz a las demandas que provienen de su entorno.

Una universidad bien concebida, bien diseñada y bien gestionada es una fuente generadora de productos y servicios de alto valor añadido que, convenientemente comercializados, podrían ser apreciados por el mercado.

El futuro de las universidades públicas españolas se fundamenta en el ejercicio de su autonomía basada en un buen gobierno. Sería conveniente que las diversas administraciones autonómicas apoyaran la reforma de la arquitectura institucional universitaria que facilite la creación de un ambiente en el que, por una parte, se optimice la producción de bienes intelectuales y, por otra, se preste especial atención a obtener los beneficios asociados al indiscutible valor potencial de los mismos.

## 6. CONCLUSIONES

Hablar de competitividad en España se ha convertido en una suerte de certamen nacional, con unas reglas de juego harto

confusas, en el que medio mundo le dice al otro medio que tiene que ser competitivo. Se invoca a la competitividad, la mayoría de las veces en vano, como si su sola mención fuera suficiente para que haga acto de presencia. La situación, sin embargo, no es excesivamente halagüeña y a menudo se olvida que para que un país sea competitivo es necesario hacer un esfuerzo colectivo, que esté apoyado por un conjunto de políticas coordinadas de apoyo a la innovación como base de vertebración nacional y del desarrollo económico y social.

La competitividad está relacionada con un sistema productivo dinámico y flexible, que tenga como elemento central de desarrollo la mejora continua y la innovación tecnológica, que es lo que realmente permite a las empresas crear riqueza y ser competitivas. Pero también está relacionada con la calidad de unas instituciones públicas que han de ser eficaces en el uso de los recursos públicos y con la calidad y cantidad de la formación de los individuos.

La cultura de la innovación y la importancia que tiene la disponibilidad de capital humano con una formación de calidad no están suficientemente introducidas en la sociedad y a la empresa española. No hay una percepción clara de que el conocimiento y las actividades de investigación y desarrollo tecnológico sirvan para conseguir un mayor desarrollo económico y social.

En una economía globalizada y basada en el conocimiento, la puesta a punto del sistema productivo y social requiere que el sector público se plantee seriamente la necesidad de hacer un esfuerzo de coordinación entre departamentos ministeria-

les y entre las distintas administraciones para llevar a cabo una política científica y tecnológica activa, entroncada en la política económica nacional con un objetivo prioritario: aumentar la eficacia de la innovación tecnológica, factor básico para alcanzar mayores niveles de productividad industrial y de competitividad internacional.

Las actuaciones para conseguir una mayor interacción entre las universidades y los organismos públicos de investigación y la industria, a pesar de no estar dotados con muchos recursos, han tenido resultados positivos que habría que potenciar con más medios, más coordinación y, sobre todo, con un mayor esfuerzo en el diseño de una estrategia global en la que queden claros los objetivos a alcanzar para facilitar la evaluación de los resultados.

Los mecanismos de fomento de la capacidad innovadora de las empresas presentan algunas carencias que habría que resolver. Los generosos incentivos fiscales a las empresas para realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico no están funcionando. Algunos datos de las ayudas a la financiación de estas actividades plantean serias reservas sobre sus efectos de adicionalidad en la inversión empresarial. Tampoco parece que faciliten y fomenten la colaboración entre las empresas, ni la de estas con las universidades y centros tecnológicos. Por otra parte, la concentración por áreas tecnológicas y zonas geográficas es muy grande y se detectan ciertos desajustes entre la demanda de financiación por parte de las empresas y la oferta de recursos públicos. La falta de información sobre los resultados obtenidos, ni tan siquiera sobre los previstos,

impide hacer una valoración de en qué medida las ayudas se han destinado realmente a apoyar actividades de innovación, en particular de I+D.

La utilización eficiente del potencial científico y tecnológico del país, la formación de un entorno nacional que favorezca la captación de las señales del mercado por parte de las empresas y estimule su capacidad de respuesta a las mismas, sólo es posible si empresarios, trabajadores y responsables públicos tienen la formación, la motivación y la cultura necesarias para llevar a cabo las transformaciones económicas y sociales necesarias para que se cree un escenario donde la competitividad española abandone los puestos de cola entre los países más desarrollados. Sin embargo, la ambivalente actitud social hacia la ciencia y la tecnología, requiere esfuerzos para integrar la cultura científica y tecnológica en la sociedad española para que pueda ser consciente de su valor para el desarrollo económico y social del país.

La apuesta por la educación es el factor que discrimina, sin ninguna duda, a los países que tienen una estrategia para el futuro de los que carecen de ella. El diseño de los sistemas educativos ha de responder a la necesidad de crear en los niños y en los jóvenes unas bases sólidas de lo que es un largo proceso de aprendizaje permanente a lo largo de la vida, que les permita enfrentarse a los problemas reales, tener iniciativa y espíritu emprendedor y desarrollar actitudes positivas ante cualquier tipo de situación.

La importancia de la formación en los primeros niveles educativos pone de ma-

nifiesto el destacado papel del profesorado, para el que se precisa una política con objetivos muy bien definidos en cuanto a su formación básica, reciclamiento continuo e incentivos para que estén en condiciones de asumir más responsabilidades en el ejercicio de su profesión.

La movilización de los recursos científicos y tecnológicos hace necesario que las universidades emprendan cambios estratégicos en sus organizaciones y dejen de ser meros almacenes de conocimientos, para convertirse en elementos integradores de la multifacética y cambiante industria del conocimiento. Esto supone un cambio de mentalidad en las instituciones universitarias que han de basar su reputación en la calidad de sus recursos humanos y en la transparencia de la gestión de los fondos públicos.

El futuro de las universidades públicas españolas se basa en el ejercicio de su autonomía y en un buen gobierno. Las diversas administraciones autonómicas competentes en la materia han de apoyar la reforma de la arquitectura institucional de las universidades, donde la gestión del conocimiento y la inteligencia organizativa han de ser la base de su reputación. En estas condiciones será posible optimizar la producción de bienes intelectuales y prestar especial atención en obtener los beneficios asociados al indiscutible valor potencial de los mismos. Es esta respuesta emprendedora de las universidades lo que constituye la verdadera garantía de una auténtica autonomía universitaria.

En este sentido, hay pocas dudas de que la competitividad se haría menos

de rogar si el sistema se dotara de auténticos gestores, que hicieran del intercambio de conocimientos entre universidades y organismos públicos de investigación, por un lado, y empresas, por el otro, un instrumento estratégico para poder enfrentarse a los problemas que continua-

mente plantea el proceso de innovación tecnológica. Hacer investigación sin tener en cuenta las necesidades reales del país es un lujo que no nos podemos permitir. Pretender ser competitivos, sin el respaldo de un potencial científico y tecnológico, es ir a ninguna parte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, J. y MODREGO, A. (1999): «La participación de las empresas en los Proyectos Concertados del Plan Nacional de I+D». *Estudios de Economía Aplicada*, n.º 15, págs. 5-28.
- ACOSTA, J. y MODREGO, A. (2000): «The Promotion of co-operative research: a Spanish experience». *Science and Public Policy*, vol. 27, n.º 5, págs. 337-346.
- ACOSTA, J. y MODREGO, A. (2001): «Public Financing of Cooperative R&D Projects in Spain: the Concerted Projects under the National R&D Plan». *Research Policy*, n.º 30, págs. 625-641.
- ARROW, K. J. (1962): «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions», in R. Nelson (ed.): *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton, MA: Princeton University Press.
- CÍRCULO DE EMPRESARIOS (1993): *Política Económica y las Reformas Estructurales de la Economía Española*. Madrid.
- CLARK, B. R. (1997): *Creating Entrepreneurial Universities*, Guilford: IUA Press, Pergamon.
- COHEN, W. M. and LEVINTHAL, D. A. (1989): «Innovation and Learning: The Two Faces of R&D». *The Economic Journal*, n.º 99, págs. 569-596.
- COHEN, S.S., y ZYSMAN, J. (1987): *Manufacturing Matters: The Myth of the Post-Industrial Economy*. Basic Books, Inc.
- COTEC (2004): *El Sistema Español de Innovación*. Fundación COTEC. Madrid. España.
- CRESPO, E., PACHECO, M., CALERO, C., MODREGO, A. (2000): «I+D cooperativa con el Sector Público de Investigación: Resultados intangibles como medida del proceso de aprendizaje en la empresa». *Memorias del XXI Simpósio de Gestao da Inovação Tecnológica. Sao Paulo (Brasil)*.
- CRESPO, E., PACHECO, M., CALERO, C., MODREGO, A. (2000): «Aprendizaje a través de la cooperación en I+D: desarrollo de capacidades en el Sector Público de Investigación». *ALTEC 2001*. San José (Costa Rica).
- DERTOUZOS, M. L., LESTER, R. K., y SOLOW, R.M. (1989): *Made in America: Regaining the Productive Edge*. The MIT Press.
- ESPINET, P. (2004): «Documento preparatorio para la Acción Conferencias de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España, (informe en preparación)». *Madrid, Conferencia de Sociedades Científicas en España (COSCE)*.
- FECYT (2004): *Segunda Encuesta Nacional de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid.
- GIBBONS, M. et al. (1994): *The New Production of Knowledge, Cheltenham and Northampton*: Edward Elgar.
- INE (2003): *España en la Unión Europea*. Madrid.
- INE (2004): *Encuesta sobre la Innovación Tecnológica en las Empresas 2002*. Madrid.
- LAFUENTE, A. (2003): «El Sistema Español de Ciencia y Tecnología». *Fundación Alternativas*. Madrid.
- METCALFE, S. (1995): «The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives». *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, págs. 409-512.
- METCALFE, S. (1997): «Technology systems and technology policy in an evolutionary framework». Archibugi, D., Michie, J.: *Technology globalisation and economic performance*, Cambridge University Press, págs. 268-296.
- MODREGO, A. (1995): «Innovación tecnológica, competitividad y formación de recursos humanos». *Reformas estructurales de la economía española*. Círculo de Empresarios.
- MODREGO, A., RIVEROLA, J. y otros (1995): «Evaluación de la Acción de los Proyectos Concertados del Plan Nacional de I+D». *CDTI*.
- MODREGO, A., CRESPO, E., CALERO, C. y PACHECO, M. (1999): «Evaluación del Programa PETRI». *CICYT*.
- MODREGO, A., BARGE, A. y NÚÑEZ, R. (2003): «Evaluación de los Centros Tecnológicos Españoles». *Informe Final, MCYT y FEDIT*.
- MODREGO, A., BARGE, A. y NÚÑEZ, R. (2003): «Un Modelo de Centros Tecnológicos Españoles». *I Congreso Iberoamericano de Centros Tecnológicos. FEDIT*.
- MODREGO, A., BARGE, A., SANTAMARÍA, LI. y WALD, O.F. (2004): «Informe de Evaluación del Programa PROFIT». *MEC y FEDIT*.
- MODREGO, A., BARGE, A. y SANTAMARÍA, LI. (2004): «Informe de Evaluación de los Centros Tecnológicos de REDIT». *REDIT*.
- OCDE (1992): *Technology and the Economy*. París.
- OCDE (2004): *Informe PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes)*. París.

- PORTER, M. E. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*. Plaza & Janés, Editores, S.A.
- ROMER, P.M. (1990): «Endogenous Technological Change». *Journal of Political Economy*, n.º 98, págs. 71-102.
- STONEMAN, P. (1995): *Handbook of the Economics of innovation and technological change*. Blackwell.
- SWEENEY, G. (1985): *Innovation Policies: An International Perspective*. Frances Pinter publishers Ltd.
- TUOMI, I. (2004): «Innovation, Growth and Competitiveness in the Knowledge Society». Paper presentado en el *Foro de Innovación y Modernización de Andalucía*. 14 de Diciembre 2004.
- URRUTIA, J. y MODREGO, A. (2002): «El Gobierno de las Universidades». *El País*, 6.07.02.
- URRUTIA, J. y MODREGO, A. (2003): «Si las Universidades cotizaran en Bolsa». *Economía en Porciones*. Prentice-Hall. Madrid.