

# INSTITUTO DE ANÁLISIS INDUSTRIAL Y FINANCIERO

## UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

1771	La 1ª Revolución industrial	
1829		
1733		Lanzadera Volante (textil)
1769		Motor de vapor
1771		1ª Fábrica hilandería
1875	2ª Revolución industrial	Latas de Conservas
1829		
1875		Era de vapor y ferrocarriles
1829		Locomotora
1821		Barcos de vapor
1839	Era de vapor y ferrocarriles	Caucho vulcanizado (1843)
1838		Telégrafo
1846		Anestesia
1849		Hormigón
1855		Alto Horno de "Bessemer"
1875	Era de acero electricidad e ingeniería pesada	Acero
1856		Colorante sintético
1860		Carretera asfaltada
1860		Plásticos
1860		Pasteurización
1865	Era de producción en masa, petróleo y el automóvil	Prensa rotativa
1866		Dinamita
1867		Aluminio
1875		
1908		
1860	Era de producción en masa, petróleo y el automóvil	Motor explosión interna (1885)
1876		Teléfono
1881		Vacunas
1882		Central eléctrica
1882		Bombilla (Edison)
1895	Era de informática y telecomunicaciones	Rayón
1897		Rayos X
1901		Radio
1903		Avión
1908		
1971	Era de informática y telecomunicaciones	
1908		1ª fábrica de Ford
1911		División del trabajo (Taylorismo)
1913		Gasolina craqueada
1928		Antibióticos
1935	Era de informática y telecomunicaciones	Televisión
1947		Microondas
1948		Transistor
1949		Ordenador
1951		Tetra brick (1963)
1953	Era de informática y telecomunicaciones	ADN (1972)
1955		Fibra Óptica (1970)
1958		Microchip (1968)
1958		Internet
1959		Bases nano tecnología
1971	Era de informática y telecomunicaciones	
2009		
1971		Micro-procesador
1973		Robot industrial
1976		Ordenador PC
1981	Era de informática y telecomunicaciones	Space Shuttle
1985		Windows
1988		1º transplante células madre
1991		Nanotubos de carbono
1993		GPS
2004	Era de informática y telecomunicaciones	Grafeno

Joost Heijs y Mikel Buesa

## Manual de economía de innovación

TOMO I

Teoría del cambio tecnológico y  
sistemas nacionales de innovación

- Tomo I: Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación
- Tomo II: Diseño, análisis y evaluación de las políticas de I+D e innovación (En elaboración)

DESCARGA GRATUITA en la pagina web del IAIF

<https://www.ucm.es/iaif/informacion-sobre-el-instituto-industrial-financiero>

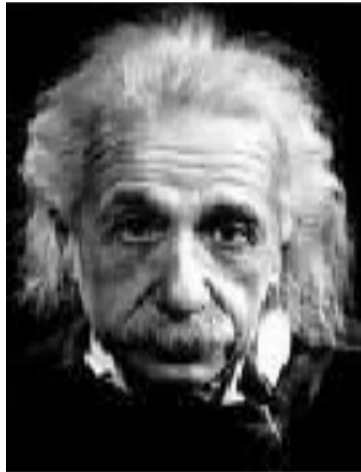
Marzo 2016

Copyright: Joost Heijs y Mikel Buesa; IAIF

**ISBN:** 978-84-608-5151-6

**INSTITUTO DE ANÁLISIS INDUSTRIAL Y FINANCIERO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**





*Todos los imperios del futuro serán imperios del conocimiento y solamente los pueblos que entiendan cómo generar conocimiento y cómo protegerlo, cómo buscar jóvenes que tengan capacidad para hacerlo y asegurarse de que se queden en el país, serán países exitosos.*

*Los otros, por más que tengan recursos materiales, materias primas diversas, litorales extensos, historias fantásticas, etc. Probablemente no se queden ni con las mismas banderas, ni con las mismas fronteras, ni mucho menos con un éxito económico”.*

*Albert Einstein, 1940*



## **Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF)**

Facultad de Ciencias y Económicas y Empresariales  
Universidad Complutense Madrid

El IAIF es un Instituto Complutense de Investigación con más de 20 años de experiencia en la investigación en el campo de la Economía de Innovación. El IAIF desarrolla su actividad bajo la dirección de los profesores Mikel Buesa y Joost Heijs y cuenta con diversas líneas de investigación como:

- Medición de sistemas nacionales y regionales de innovación
- Análisis, diseño y evaluación de políticas de I+D
- Eficiencia de la I+D+i en empresas y a nivel regional
- Innovación, crecimiento y competitividad
- Innovación e internacionalización
- Economía de Terrorismo
- Economía Laboral

Por otro lado, el IAIF y sus miembros han colaborado con los Institutos de Investigación y Organismos Internacionales más importantes de Europa, tanto mediante estancias prolongadas en los mismos, como mediante la participación en proyectos de investigación. Ejemplos destacados son:

- Science and Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex (Inglaterra)
- MERIT Universiteit van Maastricht (The Netherlands)
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI (Karlsruhe-Alemania)
- Instituto de Investigaciones Economicas (UNAM – Mexico)
- ERAWATCH network (Bruselas –Bélgica)
- DG Research and innovation and the DG Regional and Urban Policies (European Commisison)
- JRC Intitute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS – Sevilla)

Los miembros del IAIF han trabajado directamente como investigador o experto en I+D para instancias internacionales como la Comisión Europea (DG of Regional and Urban Policies; DG of Research and Innovation) o el “The Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) en Sevilla. Asimismo se ha trabajado de forma directa o indirecta, para casi todas los organismos relevantes respecto a las políticas de I+D+i a nivel nacional (FECYT, CDTI, la Agencia del Diseño Industrial (DDI), el antiguo Ministerio de Ciencia e Innovación; el Minsiterio de Educación, Cultura y Deporte) y en la Comunidad de Madrid (CEIM, Fundación Madri+d; Conserjería de Educación; Consejo Económico Social etc... ). Además sus miembros han participado en el diseño de políticas regionales de I+D+i en la Rioja, Galicia, Madrid, País Vasco y Andalucía entre otros.

Los investigadores del IAIF han participado como profesores en diversos cursos del doctorado (Master en Economía; Doctorado Interuniversitario en Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica. ) o profesores invitados (como el doctorado internacional de la Universidad de León y de la Universidad de Deusto). Además han dirigido diversas tesis doctorales y trabajos de investigación del segundo año del doctorado. No solo de estudiantes de la Universidad Complutense sino también de alumnos de la U. Autónoma de Madrid, U. Politécnica de Madrid, U. de Alcalá de Henares, la U. de Deusto y la U. Pontificia de Comillas.



## Tabla de contenido

### PARTE 1

#### TEORÍA DE LA ECONOMÍA DE INNOVACIÓN;

#### CORRIENTE EVOLUCIONISTA Y SISTEMAS DE INNOVACIÓN

### CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS

1. Introducción: Importancia de la innovación y el cambio tecnológico.....	14
2. Definición de los conceptos Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) ...	18
3. Innovación: información codificada versus conocimientos tácitos .....	26
4. Aprendizaje, selección y supervivencia de tecnologías, las trayectorias tecnológicas y “path dependency” .....	31
5. Modelo lineal versus el modelo interactivo del cambio tecnológico .....	34
6. Cooperación en innovación .....	40

### CAPÍTULO 2. ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN. ENFOQUE EVOLUCIONISTA

1. Introducción: retorno a Schumpeter .....	46
2. Evolucionismo: microeconomía de la innovación.....	47
3. El análisis de los sistemas nacionales (regionales) de innovación .....	59
4. Conclusiones y derivaciones para la política científica y tecnológica .....	66

### CAPÍTULO 3. SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: CONCEPTOS, PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS

1. Introducción.....	70
2. Sistema nacional y regional de innovación .....	70
2.1. SNI el concepto global .....	70
2.1.1. Definición y antecedentes .....	70
2.1.2. La perspectiva sistémica del SNI: interacción y sinergias entre sus elementos	74
2.2. Los elementos y su interacción en el sistema nacional de innovación .....	77
2.3. Las empresas, relaciones interempresariales y estructuras del mercado .....	78
2.4. Infraestructura de soporte a la innovación.....	82
2.5. Actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico	85
2.6. Entorno global .....	87
3. Tipología de sistemas de innovación: una aproximación teórica.....	88
4. Desafíos, logros y debilidades del concepto de sistema nacional de innovación...	92
4.1. Los logros del SNI.....	92
4.2. Problemas, debilidades y desafíos del SNI.....	95

### CAPÍTULO 4. MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN: INDICADORES REGIONALES

1. Introducción.....	98
2. El entorno económico y productivo de la innovación. ....	102
2. La investigación científica.....	109
4. Las empresas innovadoras. ....	113
5. Las políticas de innovación y las instituciones de apoyo .....	119
6. Los indicadores de la competitividad. ....	121

#### Referencias Bibliográficas capítulos 1 a 4



## CAPÍTULO 5. EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA: UN PANORAMA

1. Introducción.....	150
2. El entorno económico – productivo de las actividades de innovación.....	151
3. Los recursos destinados a las actividades de generación de conocimientos: una consideración global .....	155
4. Recursos y resultados de la investigación científica .....	158
5. Las actividades de las empresas innovadoras.....	166
6. La política científica y tecnológica.....	173
7. Conclusiones.....	177

## CAPITULO 6. FALLOS SISTÉMICOS Y DE MERCADO: EL CASO DE ESPAÑA

1. Introducción.....	182
2. Fallos sistémicos y de mercado: una aproximación teórica .....	183
3. Los fallos en el sistema español de innovación .....	187
4. Conclusiones y comentarios finales .....	200
Referencias Bibliográficas.....	203

## CAPÍTULO 7. EL PAPEL DE LA CIENCIA PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO: RELACIONES CIENCIA-INDUSTRIA

1. Introducción y conceptos básicos .....	206
2. Relaciones Ciencia-Industria: Una taxonomía .....	211
3. Las características del marco contextual del sistema de innovación y las RECIN .....	215
4. El sistema de la innovación (especialmente el marco de la I+D y de políticas de la innovación). .....	219
4. 1. El marco institucional y legal del sistema académico y científico.....	219
4. 2. La masa crítica y la proximidad geográfica.....	221
4. 3. La estructura política y de la innovación y las políticas de la I+D.....	223
4. 4. Las organizaciones con tareas específicas en el campo de la transferencia de tecnología.....	224
5. Organización interna y el comportamiento de las empresas y/u otras organizaciones privadas de investigación no científicas .....	228
6. El comportamiento micro de las universidades, de los institutos de investigación científicos públicos y privados y de los centros de la tecnología .....	230
6. 1. El comportamiento y cultura interna.....	231
6. 2. Los factores críticos de éxito de las actividades de la transferencia tecnológica de los centros de investigación científica y aplicada. ....	234
7. Conclusiones: La universidad emprendedora como concepto de futuro.....	236
Referencias bibliográficas .....	241

## CAPÍTULO 8. PROBLEMAS Y DEBILIDADES DE LOS SNI: UNA PERSPECTIVA EUROPEA

1. Introducción y comentarios metodológicos.....	250
2. Debilidades y obstáculos de los SNI Europeos .....	252
3. Tendencias de la política de I+D+i en Europa .....	259
3. 1. Tendencias basadas en los informes cualitativos de ERA-watch.....	259

3. 2. Instrumentos y presupuestos.....	263
4. Cultura Evaluadora.....	266
5. Conclusiones y comentarios finales .....	271

## PARTE 2

### ASPECTOS SELECCIONADOS:

#### APRENDIZAJE, COMPETITIVIDAD Y EMPLEO

#### CAPÍTULO 9. INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS

1. Introducción.....	280
2. Perfil y organización de la actividad tecnológica en las empresas innovadoras del país vasco. ....	283
3. Los patrones de innovación. ....	289
4. Innovación y competitividad. ....	291
5. Conclusiones.....	296
Referencias Bibliográficas.....	298

#### CAPITULO 10. APRENDIZAJE Y EXTERNALIDADES: EL PAPEL DE LAS EMPRESAS EXTRANJERAS EN EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

1. Introducción.....	302
2. Importancia de la inversión directa extranjera para el crecimiento económico y el sistema productivo en su conjunto.....	302
2.1. Efectos directos .....	303
2.2. Efectos indirectos o externalidades .....	304
3. Efectos indirectos sobre la productividad: efecto de desbordamiento tecnológico .....	308
3. 1. Interpretación conceptual del efecto de competitividad y del desbordamiento tecnológico.....	308
3. 2. Medición de las externalidades: metodología y resultados .....	309
4. Conclusiones generales respecto a los estudios empíricos.....	319
Referencias bibliográficas .....	321

#### CAPÍTULO 11. INNOVACIÓN Y EMPLEO: ASPECTOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

1. Introducción.....	326
2. Innovación de producto y empleo .....	328
3. Innovación de proceso y los “mecanismos de compensación”. ....	328
4. Innovación y empleo: la visión evolucionista .....	330
5. Los efectos de la innovación sobre la calidad del empleo.....	331
5.1. Calidad de empleo: Conceptos teóricos .....	331
5.2. Estudios empíricos y problemas metodológicos .....	333
6. Comentarios finales .....	337
Referencias bibliográficas .....	339



**PARTE 1.**

**TEORÍA DE LA ECONOMÍA DE INNOVACIÓN;**

**CORRIENTE EVOLUCIONISTA Y SISTEMAS DE INNOVACIÓN**



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS

### 1. Introducción: Importancia de la innovación y el cambio tecnológico

El reconocimiento de la importancia de la tecnología para el crecimiento y desarrollo económico lo subrayaron todos los grandes economistas<sup>1</sup>. Adam Smith argumentaba ya en 1776 que los pilares básicos de los incrementos de la renta (además de la existencia de un mercado libre), son el cambio técnico (introducción de maquinaria) y la división de trabajo (taylorismo). Este último aspecto se puede considerar como una innovación de la organización de la producción. No cabe duda de que la innovación, como factor explicativo de la competitividad de un país o de las empresas, recibe cada vez mayor atención. Los países más desarrollados así como las compañías multinacionales más competitivas y dinámicas basan sus ventajas comparativas en su superioridad tecnológica. La innovación es el factor más relevante a la hora de impulsar el crecimiento económico y el bienestar social de un país, una región o las empresas<sup>2</sup>. La innovación es un factor clave para el desarrollo y el crecimiento económico<sup>3</sup> y la posesión y desarrollo de tecnologías nuevas y avanzadas es determinante para el posicionamiento competitivo de un país o región<sup>4</sup>. La importancia de la I+D e innovación se puede resumir en 4 aspectos:

1. La innovación es la única forma para que un país pueda generar, a largo plazo, una mejor posición competitiva y *un crecimiento económico* sostenible.
2. La innovación ofrece soluciones parciales para problemas sociales como el SIDA o la protección del medioambiente, etc...
3. La innovación ofrece soluciones parciales para superar la escasez de materias primas como energía, madera, metales, etc.
4. La innovación es una estrategia de la empresa para competir en el mercado, para abrir nuevos mercados y/o desarrollar nuevos productos; para evitar la imitación de los productos por parte de los competidores y para reactivar un mercado saturado.

**Cuadro 1: Productividad Laboral respecto al tratamiento del Algodón:**

Técnica / Cantidad	Horas requeridas para hilar	
	100 libras de algodón	2,5 Libras de algodón
<b>Hilander manual Indio (Rueca Manual)</b>	<b>50.000</b>	<b>1250</b>
1780 Máquina Crompton	2 000	50
1790 Máquina 100-Husos	1 000	25
1795 Máquinas alimentadas por energía	300	7,5
1825 Máquinas Automáticas – Roberts	135	3,3
<b>1990 Maquinas de mayor eficiencia actual</b>	<b>40</b>	<b>1</b>

Fuente: Jenkins (1994:xix)

<sup>1</sup> Véanse entre otros Smith, 1776; Ricardo, 1817; Malthus, 1815; Mills, 1848; Marx, 1867; Schumpeter, 1911; y Keynes, 1936

<sup>2</sup> Aquí solo se ofrece una breve introducción al respecto. El papel de la innovación para el crecimiento económico y para la competitividad se analizarán en los capítulos 9 y 10 de este manual.

<sup>3</sup> Schumpeter, 1911, 1959; Solow, 1956, Abramovitz, 1956; Mansfield, 1968; Griliches, 1986; Lichtenberg/Siegel, 1991; Fagerberg, 1988, 1994; Freeman, 1994

<sup>4</sup> Freeman, 1987; OECD-TEP, 1988; Porter, 1990, Nelson 1993

A continuación se analizará brevemente el primer y el cuarto punto. Respecto al primero se puede subrayar que la innovación y el progreso tecnológico ha tenido un papel muy relevante para el crecimiento económico y la competitividad. Especialmente mediante la introducción de nuevos procesos de producción. La “revolución industrial” -iniciado en el siglo XVIII- se puede considerar quizás como el cambio tecnológico más importante de la historia. Esta revolución se basaba inicialmente en innovaciones de proceso y de organización, convirtiendo el sistema de producción artesanal, individual y manual en un sistema industrial basado en el uso de maquinaria cuyas ganancias en productividad fueron enormes (véase cuadro 1). La primera máquina para hilar lana fue introducido en 1780 (Máquina de Crompton<sup>5</sup>) y multiplicaba la productividad de cada trabajador por 25 respecto a la producción manual. Mientras que dos siglos más tarde (en 1990) un trabajador de textil producía 1250 veces más algodón que el tejedor manual de la india en el siglo XV. <sup>6</sup> Otro ejemplo de la importancia de la innovación para el crecimiento sería la productividad en el sector agrario. En 1900 se requería una hectárea de tierra y un año de trabajo para alimentar a dos personas. Mientras que actualmente la misma hectárea alimenta a 20 personas a base de un solo día de trabajo. (UNESCO – Science Report, 2005). Estos datos inducen a algunos autores a relacionar los ciclos económicos de crecimiento a largo plazo (ondas largas) con las “oleadas” de innovaciones claves (entre otros: Schumpeter, 1911; Kondratiev, 1925; Freeman, et al, 1985; o Perez, 2006). Por todo ello se puede considerar la innovación como uno de los determinantes principales del crecimiento.

De hecho la innovación es la única forma de que un país pueda generar, a largo plazo, una mejor posición competitiva y *un crecimiento económico* sostenible. La mejora de la competitividad se puede obtener, a corto plazo, también mediante una disminución de los salarios. Pero si los competidores de otros países siguen la misma estrategia, los beneficios desvanecen y se entraría en una competición destructiva, que genera un proceso recesivo en cadena asentado en un continuo deterioro de los salarios. La innovación sería el camino para mejorar la productividad y por consiguiente la competitividad, siendo cada trabajador, mediante el uso de máquinas modernas, capaz de producir más unidades en menos tiempo aumentando así el valor añadido de su actividad (innovación de proceso), permitiéndole competir con sus competidores extranjeros. Un país (como España) solo podrá ser competitivo si ofrece productos con una relación calidad – precio mejor que sus competidores.

Muy importante para el crecimiento son las tecnologías de uso general o las nuevas tecnologías claves. Estos son los cambios tecnológicos que tienen un efecto multiplicador sobre la productividad de un gran número de sectores y en algunos casos todos los sectores. Estos cambios tecnológicos –también llamados revoluciones tecnológicas (véase capítulo 9 de este manual). Se distinguen algunas innovaciones muy importantes como el propio proceso de industrialización (uso de maquinaria) en combinación con una innovación organizativa (producción en cadena).

---

<sup>5</sup> La “spinning mule” era una rueca mecanizada para hilar algodón que creó alta calidad hilos en un corto período de tiempo. Fue creado en 1779 por Samuel Crompton.

<sup>6</sup> Es decir, para producir a mano la cantidad de algodón que produce un trabajador actual en una semana de 40 horas se necesitarían casi 14 años trabajando 10 horas al día durante 7 días por semana ( $50.000/3.650 = 13,7$ )

**Gráfico 1. El efecto multiplicador o las externalidades de la tecnología sobre otros sectores:  
La utilización de las tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC) en otros sectores.**

**Sector de consumo duradero  
(Mejora del control y uso)**

- Lavadoras
- equipos de música
- automóviles
- teléfono (móvil) etc.

**Producción industrial**

- Fabricación computerizada, Robótica
- Flexibilidad de los sistemas de producción
- CAD/CAM
- Coordinación de la producción a nivel internacional (Globalización)

**Transporte** (aéreo, ferroviario, marítimo, por carretera)

- Planificación
- Sistema de reservación
- Control de tráfico
- Sistema avanzado de navegación (GPS)

**Sector financiero**

- Información de bolsa en tiempo real
- Banco electrónica
- Transferencias electrónicas
- Cajeros automáticos (Cargar teléfono móvil, compra de entradas, etc... )

**Innovaciones incrementales enfocadas hacia**

- **Aumento de capacidad (digitalización)**
- **Disminución del tamaño**
- **Disminución de los requerimientos energéticos**
- **Rapidez (Comunicación en tiempo real)**

Semiconductores → Transistores → Circuitos integrados  
Correo normal → Telégrafo → Fax → Internet y E-mail

**Medicina**

- Mejora de diagnosticos generales
- Resonancia magnética
- Ecografía
- Mamografías, Etc...
- Intervención quirúrgica a distancia

**Gestión empresarial (Contabilidad y planificación)**

- Código de barras
- Automatización de inventarios y pedidos
- Gestión de nóminas
- Contabilidad

**(Tele)comunicaciones**

- Navegación
- Sistemas digitales de comunicación
- Comunicación interactiva
- Publicación y edición (pequeñas tiradas descentralizadas y cambios continuos durante la imprenta)

**Sector público y defensa**

- Estadísticas
- Sistemas de seguridad y prevención
- Armas inteligentes



Otras innovaciones claves han sido el petróleo y la química, la electrónica, la robótica, las tecnologías de comunicación e informática y en un futuro próximo la nano y bio tecnología. En el gráfico 1 se ofrece un ejemplo del efecto multiplicador o las externalidades de la tecnología sobre otros sectores. El ejemplo refleja el potencial de las tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC) para modernizar, reactivar y mejorar la productividad de todos los sectores del sistema productivo.

También a nivel de empresa la innovación es un factor clave para poder competir, aunque se debe subrayar una diferencia respecto a la importancia de la innovación para el nivel competitivo de un país (región) o de las empresas. Los países solo pueden ser competitivos si tienen un nivel tecnológico muy avanzado y, en el caso de empresas individuales, la innovación no es un requisito imprescindible para ser competitivo. De hecho existe un gran número de empresas no innovadoras con éxito en el mercado. Pero también es verdad que los grandes beneficios se pueden obtener sobre todo mediante la innovación creando un monopolio temporal. La innovación forma parte de la estrategia empresarial para competir en el mercado. Primero porque permite abrir nuevos mercados (a base del desarrollo de nuevos productos). Segundo, la innovación ayuda a evitar la imitación de los productos por parte de las empresas seguidoras y/o imitadoras. Un tercer papel fundamental de la estrategia de la innovación sería su capacidad de reactivar un mercado saturado. El papel de la innovación como forma de abrir nuevos mercados (con nuevos productos) es muy importante. El objetivo de la innovación por parte de las empresas es obtener un nuevo producto que genere un monopolio temporal (por ejemplo, mediante la obtención de patentes) que a su vez permita obtener beneficios extraordinarios. Algunos ejemplos de mucho éxito han sido el caso de Tetra brick o pack para conservar bebidas, la fórmula de la Coca-Cola o las aspirinas, el taladro en forma de una pistola (Black and Decker) y, en el caso de España, el Chupa-Chups y la fregona.

Un segundo papel importante de la estrategia de la innovación para la empresa, mencionado anteriormente, es su capacidad de evitar la imitación de los productos por parte de los competidores. En cada sector coexisten empresas muy innovadoras (líderes tecnológicos) y empresas seguidoras y/o imitadoras. Muchas de las innovaciones, aunque legalmente protegidas, se pueden copiar fácilmente mediante el desarrollo de productos muy parecidos. Una de las formas de evitarlo es iniciar un proceso continuo de innovaciones incrementales. Las empresas que basan su estrategia en el liderazgo tecnológico deben innovar continuamente para mantener su papel de líder. De esta forma, en el momento en que las empresas seguidoras consiguen copiar las tecnologías de las empresas innovadoras, éstas últimas introducen nuevas innovaciones que les permite mantener el liderazgo. De esta forma las empresas líderes en innovación siempre ofrecen la tecnología más avanzada manteniéndose un paso por delante. Ejemplos serían los constructores de coches como Volvo, que intenta ofrecer los coches innovadores con especial hincapié en la seguridad vial, o la marca Mercedes que basa su estrategia en prestaciones y diseño.

El tercer papel mencionado es el del desarrollo tecnológico para reactivar un mercado saturado mediante la introducción de nuevos productos. Por ejemplo, la introducción del CD como reemplazo del tocador de los discos tradicional (mejora de productos). Un ejemplo muy típico al respecto sería la moda que, mediante una fuerte inversión en

marketing, consigue que los consumidores compren de forma continua ropa nueva a pesar que la ropa vieja todavía se podría utilizar. Es decir, se trata de un proceso de diversificación de productos basado sobre todo en procedimientos o innovación de marketing (obsolescencia programada).

## 2. Definición de los conceptos Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i)

Las palabras de tecnología, innovación y nuevos conocimientos se utilizan en la vida cotidiana de forma muy dispersa para todo tipo de actividades y fenómenos. Como se observa en el recuadro 1 incluso los científicos que trabajan en el campo de la “economía de innovación” entienden estos conceptos de forma muy distinta, según el campo específico en el que trabajen (teoría de crecimiento, economía evolucionista, gestión de innovación empresarial, políticas de I+D+i, biólogos, ingenieros, etc...).

### Recuadro 1. Definiciones y conceptos

REA Innovar, según el Diccionario de la Real Academia Española, significa introducir un cambio. El diy lo define como “mudar o alterar las cosas introduciendo novedades”.

REA La innovación, según el Diccionario de la Real Academia Española, es la «creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado».

GEE (1981): “Proceso mediante el cual, a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad, se desarrolla un producto, técnica o servicio ÚTIL”.

PIATIER(1981): “La innovación es una idea transformada en algo vendido o usado”.

PAVÓN Y GOODMAN (1987): “Conjunto de actividades, en un tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización”.

COTEC(1988): “La innovación es el complejo proceso que lleva las ideas al mercado en forma de nuevos o mejorados productos o servicios”.

PERRIN (1995): La Innovación. Formas nuevas de hacer las cosas mejor o de manera diferente, muchas veces por medio de saltos cuánticos en oposición a ganancias incrementales.

FREEMAN (1982): La innovación es el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema. Innovación en un sentido económico consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado.

CE (1995): Libro verde de Innovación: Innovación es sinónimo de producir,asimilar y explotar con éxito una novedad, en las esferas económica y social, de forma que aporte soluciones inéditas a los problemas y permita así responder a las necesidades de las personas y de la sociedad.

MUNROE (2008) “Capacidad de reinventarse, de encontrar nuevos caminos para crear riqueza”.

DRUCKER (1985) La innovación es la herramienta específica de los empresarios innovadores; el medio por el cual explotar el cambio como una oportunidad para un negocio diferente (...) Es la acción de dotar a los recursos con una nueva capacidad de producir riqueza. La innovación crea un ‘recurso’. No existe tal cosa hasta que el hombre encuentra la aplicación de algo natural y entonces lo dota de valor económico”.

Enrique Dans (2012) El valor de la innovación no está en evitar que te copien, sino en conseguir que todos te quieran copiar, según [Enrique Dans en su blog](#). Es decir, quien te copia, por definición, va por detrás de tí.

**La Innovación es hacer cosas diferentes y/o hacer las cosas de manera diferente.**

En la literatura existen distintas definiciones de este concepto y clasificaciones de distintas formas de I+D+i. En esta sección analizamos unas pocas de ellas. Por un lado, se ofrecen algunas definiciones del término “innovación”, que se refiere a la **introducción de novedades en el mercado**. Es decir, se incluyen aquellas novedades que hayan sido aplicadas en el sistema productivo o la sociedad en su conjunto. De un modo introductorio se ofrece la clasificación ofrecida por Schumpeter, siendo el primer autor que ofrece una definición amplia del concepto de innovación donde se incluye no solo la introducción de “artefactos técnicos” totalmente nuevos. Después se analiza la **diferencia entre innovaciones radicales versus incrementales, siendo las primeras la introducción de nuevos inventos (productos o procesos de producción) y, los segundos, la mejora continua de estos inventos**. Una tercera clasificación se basa en las definiciones formales que se utilizan para la elaboración de las estadísticas oficiales y para definir la idoneidad de los proyectos y actividades de la I+D para obtener subvenciones y/o ventajas fiscales, así como otro tipo de ayudas para la innovación. Se profundiza en dos definiciones oficiales y estandarizadas. La primera, basada en el Manual de Frascati, que incluye todo tipo de I+D+i desde la I+D básica hasta el desarrollo tecnológico. Otra clasificación que se comenta brevemente es la del Manual de Oslo, que hace lo mismo pero en este caso se limita a la innovación empresarial.

Uno de los autores clásicos respecto al campo de “la economía de la innovación”, Joseph Alois Schumpeter, indica que el concepto de innovación abarca una multiplicidad de fenómenos sintetizados en las cinco categorías siguientes (Schumpeter, 1942): (1) la *innovación de producto*; (2) la *innovación de proceso*; (3) la *apertura de un nuevo mercado*; (4) la aparición de *nuevas fuentes de materiales para la producción*; ya sean “materias primas o bienes semimanufacturados”; (5) la *emergencia de nuevas formas organizativas* en la industria, a las que se alude con referencia en las estructuras de mercado. Schumpeter subraya como de innovación no solo la creación destructiva donde nuevos inventos dejan obsoleto a productos antiguos. Sino también, y muy importante, las innovaciones basadas en la “creación” de nuevas combinaciones de tecnologías existentes<sup>7</sup>. Por otra parte, la innovación adquiere su plasmación real a través de la empresa. Es decir, la empresa es el agente central que lleva el progreso tecnológico en aplicaciones y las introduce en el mercado.

Una distinción muy importante para entender “la economía de innovación” se basa en la importancia o el avance tecnológico generado por las innovaciones. En este caso se puede distinguir entre innovaciones radicales versus incrementales. **Las innovaciones radicales son innovaciones totalmente nuevas que no existen con anterioridad y no se pueden prever o son poco previsibles**. Este tipo de innovaciones acortan bruscamente el ciclo de vida de los productos o procesos a los que sustituyen. A veces generan una o diversas industrias nuevas (televisión, servicios de programación y transmisión, ampliando la publicidad) y tiene el efecto de rejuvenecer sectores existentes. Las innovaciones radicales importantes –sobre todo en tecnologías claves o tecnologías de uso general<sup>8</sup>– se ubican en el centro de las fuerzas básicas que impulsan el crecimiento y el cambio estructural en la economía. Incluso pueden generar cambios importantes en la

---

<sup>7</sup> Recalling that production in the economic sense is nothing but combining productive services, we may express the same thing by saying that innovation combines factors in a new way, or that it consists in carrying out new combinations (Schumpeter, 1939, p. 87-88)

<sup>8</sup> Como las tecnologías de telecomunicaciones e informática.

estructura cultural-social. Como por ejemplo la propia revolución industrial -es decir, la introducción de maquinaria para producir productos artesanales- ha cambiado todas las facetas de la vida humana<sup>9</sup>. Por otro lado, **las innovaciones incrementales son pequeñas mejoras sucesivas de los productos y procesos existentes. Implica un cambio tecnológico predecible con un razonable grado de certeza** (trayectoria natural" o "paradigma tecnológico"). La dinámica evolutiva de cada tecnología particular se caracteriza por frecuentes incrementos como la mejora de eficiencia técnica, productividad y precisión de los procesos; los cambios continuos y regulares en los productos para conseguir mejor calidad, reducir costes o ampliar la gama de usos, así como la estandarización del producto para abaratar el proceso de producción, el ahorro de energía, miniaturización y la mejora de la capacidad y las prestaciones. Este proceso de innovaciones incrementales ha sido conceptualizado como "trayectoria natural" por Nelson y Winter (1982) y "paradigma tecnológico" por Dosi (1988).

**Cuadro 3. Innovaciones radicales e incrementales**

	Innovaciones radicales	Innovaciones incrementales
1) Introducción de nuevos bienes o una nueva calidad de un bien existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordenador</li> <li>▪ Tetrabrick</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generaciones respectivas de ordenadores</li> <li>▪ La MODA</li> </ul>
2) Nuevos métodos de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Imprenta de Gutenberg<sup>[1]</sup></li> <li>▪ Línea de producción FORD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impresora (Maquina de estarcir)<sup>10</sup></li> <li>▪ Introducción y mejoras continuas en otros sectores</li> </ul>
3) Apertura de nuevos mercados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Primer teléfono móvil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teléfonos móviles con máquina de fotos, MP3, internet etc...</li> </ul>
4) Descubrimiento y uso de nuevos materiales o bienes intermedios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plástico</li> <li>▪ Energía nuclear</li> <li>▪ Biotecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo de tipos de plásticos específicos</li> </ul>
5) Introducción de nuevas formas de organización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ División del trabajo</li> <li>▪ Producción en cadena</li> <li>▪ Círculos de calidad</li> <li>▪ Hamburguesas de McDonalds<sup>11</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perfeccionamiento cotidiano y continuo de los sistemas de producción por los ingenieros, jefes de planta e incluso de los propios obreros</li> </ul>

<sup>9</sup> Creación de una nueva forma de vida basada en la riqueza en lugar de en una economía de subsistencia. Concentración de la población alrededor de las fábricas aumentando así el nivel de urbanización de la población en grandes ciudades industriales, etc....

<sup>10</sup> A Stencil machine is a device for applying a design, characters, etc, to a surface, consisting of a thin sheet of plastic, metal, cardboard, etc. in which the design or characters have been cut so that ink or paint can be applied through the incisions onto the surface (Estampar dibujos, letras o números pasando una brocha por una chapa en la que previamente se ha perforado su silueta)

<sup>11</sup> Stevenson Catedrático de Harvard, plantea el caso de McDonald Hamburguer como un ejemplo de innovación en la organización. Él dice que el producto no fue novedoso, que éste ya se encontraba en todo el mundo, pero que sin embargo lo innovador estuvo en la gestión (Castillo, 1999). Cuando [McDonald's](#) aplicó el concepto de línea de producción para crear un restaurante, la innovación consistió en la ventaja de utilizar trabajadores con poca experiencia para fabricar grandes cantidades de alimento con una calidad estándar y de forma muy rápida, inventando la industria del [fast food](#). Hoy ese método de negocio podría haberse protegido por una [patente](#) estadounidense, aunque no se produjo allí ninguna novedad tecnológica.

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

Ambos tipos de innovaciones son complementarias ya que las innovaciones radicales obtienen su importancia debido a su difusión en combinación de un sinnúmero de innovaciones incrementales que perfeccionan su aplicación o generan su uso en otros sectores. Muchas de las mejoras incrementales son tan pequeñas que no quedan registradas, pero después de un gran número de tales innovaciones, el producto final no siempre se aparece mucho al invento original. Es más, en general si una innovación radical no se introduce en el mercado a partir de innovaciones incrementales, no se le identifica como tal.

Por último, se puede resaltar la importancia de las **innovaciones institucionales** (leyes, regulación, organizaciones etc..) como determinante del crecimiento. Tales cambios en el contexto general de la economía son muy importantes. En el cuadro 4 se observa el nacimiento de instituciones y prácticas organizativas e institucionales indispensables para la revolución industrial y el crecimiento económico. En nuestro caso, muy importante para el cambio tecnológico es la introducción de una ley de patentes en 1624, la cual protege las inversiones en innovación a partir de los derechos de propiedad intelectual evitando la imitación de innovaciones muchas veces obtenidas debido a inversiones muy cuantiosas.

**Cuadro 4. Innovaciones institucionales de gran importancia (leyes, regulación, organizaciones etc..) )**












Siglo XII	El seguro (Venecia y más tarde en Holanda y Gran Bretaña) (lloyds Siglo XVII)
Siglo XII	Contrato de venta en comisión (préstamo compartiendo los beneficios y el riesgo del prestamista es como máximo el capital prestado)
Siglo XIII	Uso de la partida doble en la contabilidad (Milán, 1202)
Siglo XIV	Banca y practicas bancarias (cheque, letra de cambio, el descubierto, cuenta corriente, la transferencia)
Siglo XV	Servicio postal
1531	La Bolsa
Siglo XVII	Sociedad Anónima
1624	Patente (Gran Bretaña)
Final siglo XVII	Época de Napoleón: Cámara de Comercio con Códigos de Comercio

Tomado de (Zamagni, 2001 Historia Económica de la Europa Contemporánea: De la revolución industrial a la integración europea. Crítica Barcelona)

A continuación, se definen con más detención las distintas actividades de I+D+i. En las siguientes páginas, se reflejan las clasificaciones formales que se utilizan para la medición de estas actividades. Para confeccionar las estadísticas oficiales, se han desarrollado diversos manuales que han definido y estandarizado los conceptos con respecto a las distintas actividades de I+D+i mediante una descripción muy detallada en diversos manuales publicados por la OECD y otros organismos internacionales (véase recuadro 1). Las directrices incluidas en estos manuales se utilizan, en un principio, en



todos los países desarrollados (miembros de la OECD) y en la mayoría de los demás países.

	<p>1769 El primer vehículo propulsado a vapor fue creado por Nicholas-Joseph Cugnot 9. Se trataba de un verdadero triciclo con ruedas de madera, llantas de hierro y pesaba 4,5 toneladas (Izquierda)</p> <p>1801 Aparecen los primeros taxis a vapor (Derecha)</p>	
	<p>1840 Carro de vapor con capacidad para 18 pasajeros (Izq. ). Y en 1860 con el belga Etienne Lenoir, quien patentó el primer motor a explosión.</p> <p>1866 el alemán Gottlieb Daimler construyó el primer automóvil propulsado por un motor de combustión interna en 1866.</p>	
	<p>1893 El primer coche sin caballos estadounidense con motor de combustión interna de los hermanos Charles y Frank Duryea (Izquierda).</p> <p>En 1898 (Derecha) Peugeot Coupe Convertible</p> <p>En ambos diseños hay un parecido con los coches de caballos</p>	
	<p>Los automóviles de la década de 1920 tenían innovaciones como llantas hinchables, ruedas o rines de acero prensado y frenos en los cuatro neumáticos. Aunque la producción en serie a bajo coste por Henry Ford (desde 1908) bajó los precios muchos modelos se hacían por encargo y a medida</p>	
		

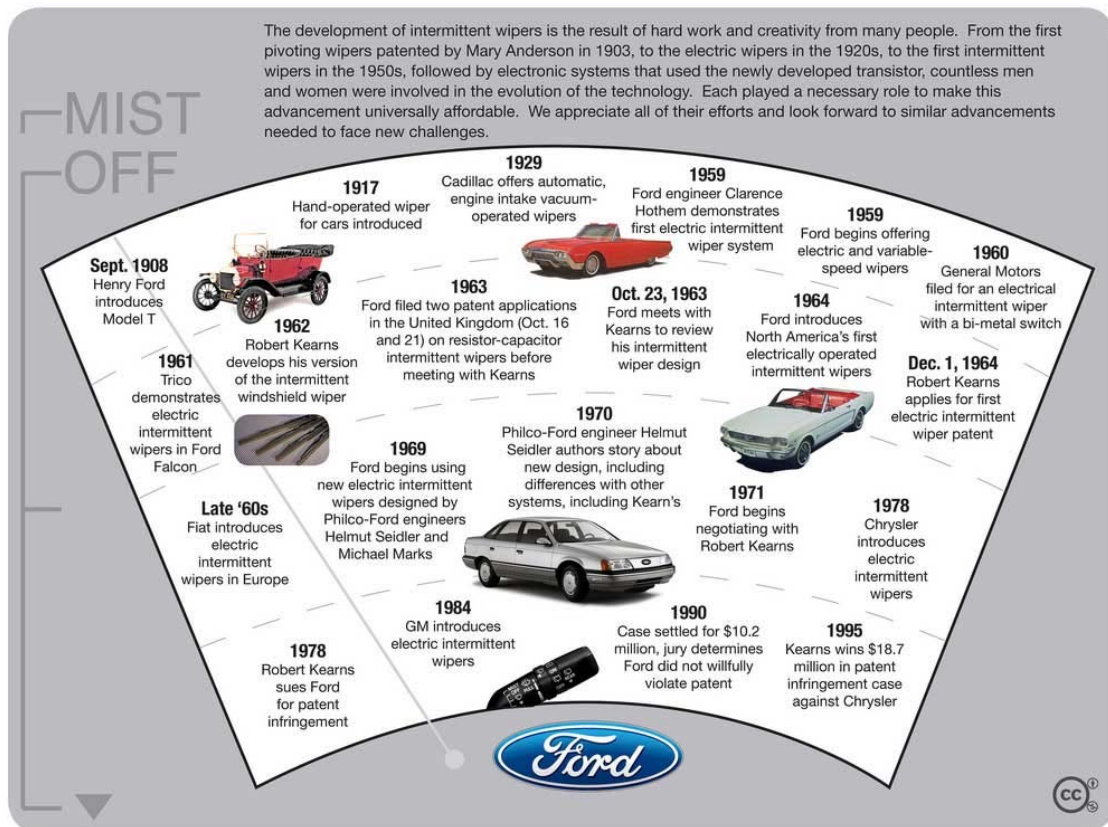
## Volkswagen Escarabajo/Beetle



## El volkswagen golf



Los reconocidos diseñadores Giorgio Giugiaro, Hartmut Warkuß y Walter de Silva han tenido una influencia decisiva en la historia del automóvil. Cada uno de ellos ha diseñado iconos que permanecerán con el paso del tiempo y un claro ejemplo de ello es el Golf. Las generaciones de este modelo que más han incidido en su evolución (I, IV y VI) nacieron a partir de los trazos de estos tres grandes diseñadores, que se han reunido en el marco del conocido *Bensberg*





El primer Manual que se diseñó (El Manual de Frascati)<sup>12</sup> es el más amplio y recoge todas las actividades de I+D+i. Este manual distingue entre tres tipos o clases de I+D: Investigación básica; Investigación aplicada y desarrollo tecnológico o experimental. Según el Manual de Frascati, la **investigación básica** consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada<sup>13</sup>. Los resultados de la investigación básica no se ponen normalmente a la venta, sino que generalmente se publican en revistas científicas o se difunden directamente entre organismos o personas interesadas.

**Recuadro 1. Estandarización oficial de las definiciones de las actividades de I+D+i**

**El Manual de Frascati**, cuyo nombre oficial es “Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental”, es una propuesta de la **OCDE** que, en junio de 1963, reunió a un grupo de expertos nacionales en estadísticas de Investigación y Desarrollo (NESTI) para redactarla en la Villa Falconeri, en la localidad italiana de **Frascati**. Este manual contiene las definiciones básicas y categorías de las actividades de **Investigación y Desarrollo**, y han sido aceptadas por científicos de todo el mundo. Por esta razón, en la actualidad, se considera una referencia para determinar qué actividades son consideradas de Investigación y Desarrollo. El Manual de Frascati está basado en un documento preparado por **Christopher Freeman**, que es conocido como “The Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development<sup>14</sup>”. Este trabajo ha sido revisado diversas veces y en el año 2002 fue publicada la sexta edición, en aras de aportar las nuevas tendencias globalizadoras en las ciencias, tecnologías y economías en relación a la I+D. El documento establece definiciones fundamentales para los tipos de actividades realizadas y, a su vez, sobre las actividades exclusivas del personal de investigación. Asimismo, trata los temas de la medición de los recursos dedicados a la I+D (gastos asociados y personal dedicado) en los diferentes sectores: educación superior, gobierno y administraciones públicas, empresas de negocios y organizaciones privadas sin ánimo de lucro. A pesar del uso generalizado del Manual de Frascati a nivel internacional, existen aún lagunas importantes en la aplicación del mismo en regiones tales como **África**, **Asia Central y Meridional**, **América Latina** y el **Caribe**. No obstante, existe un interés generalizado en la naturaleza y el papel de la I+D en los países en vías de desarrollo, planteando interrogantes sobre la forma correcta en la que deben medirse estos esfuerzos, dentro de los marcos establecidos en el Manual de Frascati. En 2012 se creó un nuevo anexo al Manual, en el que se ofrece un primer intento de abordar algunos de los puntos más significativos. La preparación de este anexo sobre cómo utilizar las directrices de la OCDE para cuantificar la I+D en las economías en desarrollo ha sido coordinado por la secretaría de la OCDE bajo los auspicios del Grupo de Trabajo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (NESTI, en sus siglas inglesas).

**El manual de Oslo** se refiere a la publicación de la **OCDE** (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) con el título “Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Directrices propuestas para recabar e interpretar datos de la innovación tecnológica: Manual Oslo”, en 1997. El Manual de Oslo es un referente importante para el análisis y recopilación de datos en materia de innovación tecnológica, además de una fuente básica para realizar estudios relacionados con el conjunto de actividades que dan lugar a la innovación tecnológica, sus alcances, los tipos de innovación y el impacto de las innovaciones en el desempeño de las organizaciones, contribuyendo a la implantación de una cultura tecnológica en constante desarrollo. **El manual de Bogotá** es una adaptación del manual de Oslo a las especificidades y características de los países en desarrollo.

<sup>12</sup> “Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas” (“The Measurement of Scientific and Technological Activities”), documento de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE] - conocido como Manual de Frascati, Cap. 2; 2. 1

<sup>13</sup> Dos ejemplos de actividades puras de investigación serían: Sector farmacéutico: Determinación de la formulación idónea de un principio activo, en función de su dosis de aplicación. Sector alimentario: Identificación de las concentraciones idóneas de antioxidantes para una sopa empaquetada.



**Recuadro 2. Diferencias entre I+D básica, aplicada y desarrollo tecnológico**

Los siguientes ejemplos, extraídos del Manual de Frascati, permiten ilustrar las diferencias entre investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico:

**Ejemplo 1. Sector química:** El estudio de una determinada clase de reacciones de polimerización bajo diversas condiciones, de los productos que de ellas se obtienen y de sus propiedades físicas y químicas es investigación básica. Cuando se intenta optimizar una de esas reacciones para obtener un polímero con determinadas propiedades físicas o mecánicas (que le confieren una utilidad particular), se realiza investigación aplicada. Mientras que el desarrollo tecnológico consiste en realizar a mayor escala el proceso optimizado en el laboratorio e investigar y evaluar los posibles métodos de producción del polímero y, eventualmente, los artículos que podrían fabricarse a partir de él.

**Ejemplo 2. Análisis económicos:** La investigación teórica sobre los factores que determinan las diferencias regionales en el crecimiento económico es investigación básica; sin embargo, la misma investigación, realizada con el objetivo de poder desarrollar una política estatal al respecto, sería investigación aplicada. Mientras que el establecimiento de modelos operativos basados en los conocimientos obtenidos mediante la investigación y destinados a disminuir los desequilibrios regionales es desarrollo tecnológico.

**Ejemplo 3. Sector de informática,** la investigación básica comprende la búsqueda de métodos alternativos de computación, como el cálculo cuántico y la teoría cuántica de la información. La investigación aplicada incluye la investigación en la aplicación del tratamiento de la información en nuevos campos o según nuevos procesos (por ejemplo, desarrollo de *software* para operaciones algebraicas y análisis numérico).

**Ejemplo 4.** La investigación básica orientada engloba las tareas sobre simulación del lenguaje humano y de determinadas tareas (por ejemplo, trabajos en el campo de la comunicación hombre/máquina utilizando directamente vocablos de entrada y de salida, investigaciones sobre algoritmos básicos para eventuales aplicaciones en el tratamiento de la información, estudios sobre la posibilidad de simular procedimientos de programación). La investigación aplicada comprende los trabajos sobre aplicación del tratamiento de la información a nuevos campos o conforme a nuevos procedimientos (por ejemplo, elaboración de un nuevo lenguaje de programación, de nuevos sistemas de explotación, de generadores de programas, etc. ), los trabajos sobre aplicación del tratamiento de la información con vistas a elaborar, por ejemplo, herramientas tales como la información geográfica y los sistemas expertos.

El desarrollo tecnológico consiste en la elaboración de nuevos programas de aplicación, mejoras notables en los sistemas de explotación y en los programas de aplicación, ...

Tomado de OECD 2003 Páginas 83 a 86

Según el manual de Frascati, la **investigación aplicada/industrial**: consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico (2003, p30 y p82). La investigación aplicada se emprende para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica, o para determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos predeterminados. Este tipo de investigación implica la consideración de todos los conocimientos existentes y su profundización, en un intento de solucionar problemas específicos. Los resultados de la investigación aplicada se refieren, en primer lugar, a un único producto o a un número limitado de productos, operaciones, métodos o sistemas. Esta investigación permite poner las ideas en forma operativa. Los conocimientos o las informaciones obtenidas de la investigación aplicada son frecuentemente patentados, aunque también pueden mantenerse en secreto. Por último, este manual reconoce el **desarrollo experimental** como (2003, p30 y p42) “el trabajo sistemático, basado en el conocimiento derivado de la investigación y la experiencia, que está dirigido a producir nuevos materiales, productos y servicios; a instalar nuevos materiales, productos y servicios, o a mejorar sustancialmente aquellos

previamente producidos o instalados<sup>14</sup>”. El desarrollo experimental<sup>15</sup> consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes. La I+D engloba tanto la I+D formal realizada en los departamentos de I+D así como la I+D informal u ocasional realizada en otros departamentos (2003, p30).

El **Manual de Oslo** se refiere básicamente a las actividades de I+D+i en el sector productivo. La definición de las distintas actividades de innovación se aclara en el Manual de Oslo. Según este manual, la innovación tecnológica “consiste en la conversión del conocimiento tecnológico en nuevos productos, nuevos servicios o procesos para su introducción en el mercado, así como los cambios tecnológicamente significativos en los productos, servicios y procesos”. Es decir, la innovación es la aplicación, por primera vez, de conocimientos y de prácticas racionales a la satisfacción de necesidades socioeconómicas y el proceso de innovación sólo se completa cuando se ha introducido en el mercado. Las distintas modalidades de innovación serían las siguientes<sup>16</sup>: **(1) la innovación en producto**, se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición implica una mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales. **(2) Innovación en proceso** es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios en las técnicas, los materiales, y/o los programas informáticos. **(3) Innovación en mercadotecnia** es la aplicación de nuevos métodos de comercialización que impliquen cambios significativos del diseño o el envasado del producto, su posicionamiento, su promoción o tarificación. Por último, **(4) la innovación en la organización** es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

### 3. Innovación: información codificada versus conocimientos tácitos

La innovación es un concepto empleado de muchas formas con múltiples significados. Algunos autores la relacionan con cambios tecnológicos respecto de productos o procesos de producción pero en la actualidad se maneja una definición mucho más amplia. En este libro se utiliza un concepto amplio de innovación de cinco categorías, basado en la teoría schumpeteriana que, además de la generación de nuevos productos o procesos, incluye también como innovaciones la introducción de nuevos materiales,

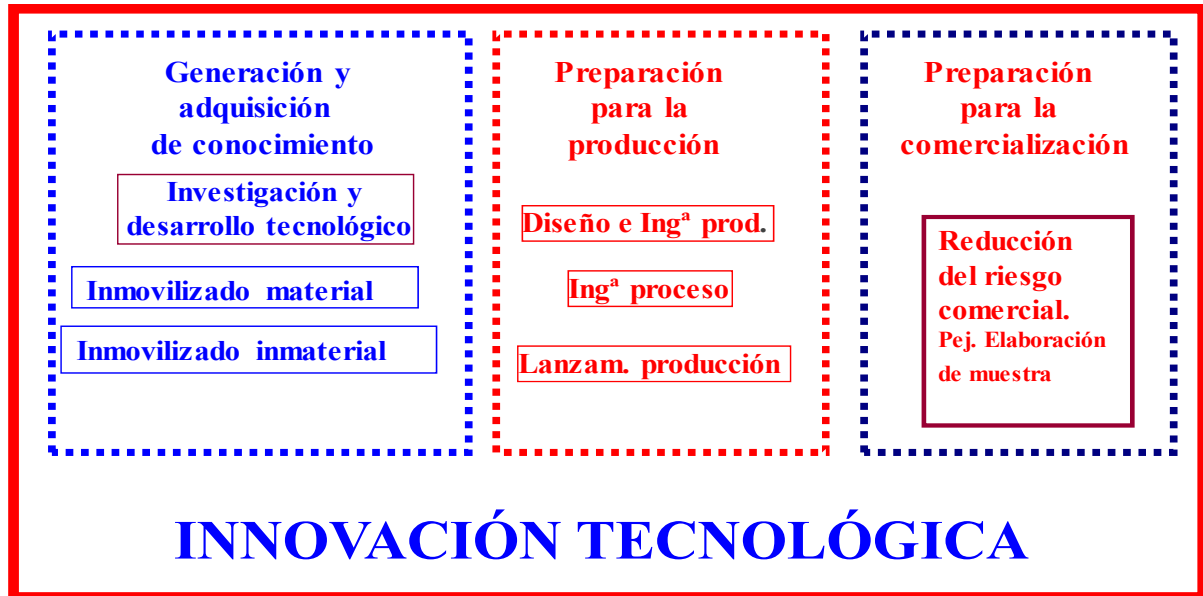
<sup>14</sup> Dos ejemplos de actividades puras de desarrollo serían: Sector de automoción: construcción de carrocería piloto, con nueva aleación, para pruebas de resistencia de impacto. Sector del software: elaboración de nuevos algoritmos matemáticos que permiten el almacenamiento de un elevado número de datos.

<sup>15</sup> Dos ejemplos de actividades puras de innovación serían: Sector farmacéutico: selección de emulsionantes para una nueva fórmula en suspensión. Sector alimentario: desarrollo de un sistema de cocción continuo para platos semielaborados ultra congelados.

<sup>16</sup> Tomado de la OECD - “Guía para la recogida e interpretación de datos de la innovación”, documento conocido como Manual de Oslo. , Cap. 3.

nuevos mercados y nuevas formas de organización. Además, la innovación no se limita a invenciones o ideas novedosas sino también a la realización de nuevas combinaciones de “innovaciones” o conocimientos existentes de cada una de las cinco categorías mencionadas.

Esquema 1. Actividades empresariales del proceso de innovación tecnológica según el Manual de Oslo<sup>17</sup>



Las empresas realizan innovación para obtener un monopolio temporal que les permite obtener beneficios extraordinarios. Es decir, el proceso de innovación rompe el equilibrio –o reparto de poder– existente en el marco competitivo desviando los beneficios de una empresa a la empresa innovadora<sup>18</sup>. Este es un proceso continuo cuya dirección y ritmo, por un lado, se basa, a corto plazo, en su evolución histórica, basada a su vez en la innovación incremental, pero por otro lado, son difíciles de predecir, especialmente en cuanto se generan nuevas tecnologías de carácter radical. Schumpeter destaca la diferencia entre la innovación incremental y la innovación radical. Donde la primera implica pequeños cambios y mejoras en tecnologías existentes, la segunda implica un cambio radical en la dirección del proceso innovador. Las innovaciones radicales pueden llegar a lo que Schumpeter llama la creación destructiva, donde un nuevo producto o una nueva tecnología deja obsoleto a productos o tecnologías existentes. Incluso una innovación radical podría dejar obsoleta a industrias o campos tecnológicos enteros. En este caso se hablaría de un cambio de paradigma tecnológico.

Un aspecto muy importante de la teoría del cambio tecnológico es la diferencia entre innovación en forma de “conocimientos tácitos” y en forma de “información codificada”. Esta discusión (que se inicia a partir del trabajo de Polanyi, 1958) indica hasta qué medida o qué parte de las innovaciones o conocimientos se puede describir o

<sup>17</sup> Tomado de una presentación de la Fundación COTEC [www.cotec.es](http://www.cotec.es); (sin fecha)

<sup>18</sup> De hecho, las teorías modernas de innovación niegan la existencia de mercados perfectos y se opone totalmente a la teoría neoclásica, la cual sostiene que los mercados tienden a moverse hacia un equilibrio.

codificar y transferir fácilmente (Lundvall, 1997). La codificación de las innovaciones implica la transformación de los conocimientos nuevos en información, en un formato simplificado y, en un principio, facilita y abarata su transferencia entre los agentes del sistema de innovación y hacia el tejido productivo. *“Codification is a process of reduction and conversion which renders the transmission, verification, storage and reproduction of knowledge especially easy (Lundvall/Borras, 1997, p. 31)”*. Las implicaciones económicas respecto a la difusión de tales tecnologías codificadas y su conversión en un bien público han sido estudiadas ampliamente por Arrow.

INFORMACIÓN	CONOCIMIENTOS
<p>Características:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información codificada</li> <li>2. Transferencia tecnológica se limita a copiar la tecnología de forma directa sin costes</li> <li>3. Bien público de acceso libre</li> <li>4. Modelo lineal</li> </ol> <p>Libro de recetas de cocina La ortografía, gramática y el diccionario de un idioma</p>	<p>Características</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Componente tácito, no codificado y acumulativo</li> <li>2. Transferencia tecnológica es un proceso de aprendizaje difícil y costoso (en tiempo y dinero)</li> <li>3. Bien específico (casi privado) ajustado a la necesidad o uso para la empresa que lo ha generado.</li> <li>4. Modelo Interactivo</li> </ol> <p>Ser un(a) buen(a) cocinero/a Hablar correctamente un idioma y entender aspectos culturales o chistes</p>
<p>Ambas formas de “tecnologías” son complementarias. Se requieren conocimientos tácitos para el aprovechamiento óptimo de las innovaciones en forma de “información”. Por ejemplo, se debe de ser ingeniero para entender bien un manual sobre la construcción de aviones. La gramática, la fonética y el diccionario de un idioma ofrecen toda la información codificada de un idioma pero no es suficiente para aprenderlo de forma autodidacta. Se requiere un proceso continuo de aprendizaje para entender, escribir y hablar un idioma, ya que parte de los significados no están codificados : para entenderlo mejor (especialmente los chistes) se deben tener conocimientos tácitos avanzados.</p>	

La codificación es importante porque permite o facilita 1) transferir y adquirir los conocimientos y agiliza su difusión 2) así el conocimiento se convierte en un “bien” 3) facilita el comercio de las tecnologías 4) facilita la internalización de los conocimientos por parte de las empresas a unos costes menores y, por último (5) acelera la creación de nuevos conocimientos, innovación y el cambio económico (Foray/Lundvall, 1996). La teoría neoclásica considera la tecnología como información codificada, lo que permitiría, desde su punto de vista, una difusión inmediata, por un lado, debido a su carácter público (promoviendo la I+D en centros públicos), y por otro, mediante su venta en el mercado como un bien privado -debido a la protección de la propiedad intelectual- generado por empresas o centros tecnológicos especializados. Considerando todos los conocimientos -de forma extrema- como codificable las innovaciones se convertirían en un bien comercializable y el retraso tecnológico de un país o una empresa se podría superar mediante la compra de las innovaciones. Un ejemplo de innovaciones totalmente codificables sería el diseño de un producto, un proceso de algoritmo de un programa informático o la fórmula química de un medicamento). Por el contrario, los conocimientos tácitos se basan en productos de un alto nivel de

complejidad. El cuadro 1 indica cinco productos industriales cuya complejidad aumenta según el número de “partes únicas” y el número de personas y horas implicadas en su desarrollo. En general, cuanto más partes únicas, más complejo será el producto y más conocimientos tácitos se requerirán para su uso y producción. Por ejemplo, el Avión Boeing 777 es un producto muy complejo y su desarrollo requiere, sin duda alguna, conocimientos tácitos. Pero incluso si se define el producto final –una vez desarrollados todos sus 130.000 componentes o partes únicas- como el conjunto de un gran número de innovaciones codificadas, es necesario el entendimiento de un manual, no solo para su producción (creación de la línea de producción y ensamblaje), sino incluso para su posterior uso y mantenimiento, para el cual se exigen conocimientos tácitos con la implicación de ingenieros especializados en aeronáutica con mucha experiencia.

**Cuadro 5. Complejidad de algunos productos manufactureros**

	<b>Cuchillo de bricolaje (Stanley)</b>	<b>Patines en línea Rollerblade</b>	<b>Impresora deskjet HP</b>	<b>Coche new beetle de Volkswagen</b>	<b>Avión Boeing 777</b>
Producción anual en unidades (*1000)	100.000	10.000	4.000.000	100.000	50
Ciclo de vida del producto (en años)	40	3	2	6	30
Precio de venta	3	200	300	17.000	130 millones
Número de partes únicas	3	35	200	10.000	130.000
Tiempo de desarrollo en años	1	2	1,5	3,5	4,5
Equipo de desarrollo interno (magnitud pico)	3	5	100	800	6. 800
Equipo de desarrollo externo (magnitud pico)	3	10	75	800	10.000
Coste de desarrollo (\$)	150.000	750.000	50 millones	400 millones	3.000 millones
Inversión para la producción (\$)	150.000	1 millón	25 millones	500 millones	3.000 millones

Ulrich, K y Eppinger, S. (2004)

La teoría evolucionista crítica el concepto de tecnología como información. Primero, porque muchas tecnologías son conocimientos tácitos difíciles de transferir. Segundo, el proceso de codificación tiene su límites y, tercero, incluso de ser codificable, gran parte de los conocimientos pueden no ser fáciles de copiar o transferir. Respecto al primer punto, se puede argumentar que existen conocimientos tácitos difíciles de transferir porque incluyen aquellas rutinas que no se puede expresar de forma explícita, como por ejemplo, las destrezas y habilidades prácticas” (Lundvall/Borras, 1997). Los investigadores entrenados siguen reglas que ni ellos mismos conocen y en muchos casos ni se dan cuenta de ellas (Polanyi, 1958 p. 49). Estos conocimientos tácitos se desarrollan básicamente durante las actividades cotidianas y a partir de las interacciones continuas con clientes, proveedores, subcontratados, otras instituciones, etc. Por lo tanto, el aprendizaje es un proceso donde la interacción es fundamental, tanto entre los distintos implicados en el proceso de innovación de una sola empresa como entre las empresas y otros agentes del sistema de innovación (Lundvall/Borras, 1997). Otra parte de los conocimientos tácitos son los “shared beliefs and modes of interpretation” en que se basa la comunicación inteligente. Según Polanyi, la única forma de transferir este

tipo de conocimientos entre individuos es a partir de una forma específica de interacción social basada en la relación entre el aprendiz y su maestro. Lo que implica que no se pueden comprar en el mercado y su transferencia depende de una interacción intensiva y del contexto social. Aunque una forma de que una empresa adquiriera estos conocimientos sería mediante la contratación de especialistas o la fusión o absorción de otras empresas. Otra manera -no óptima- para simular tal relación de aprendiz y maestro sería la cooperación en innovación entre empresas.

Como se acaba de argumentar, no todas las innovaciones son codificables, ya que existen limitaciones “técnicas” a la hora de codificar las tecnologías. Además, el inventor o la empresa innovadora no siempre tiene interés en codificar sus conocimientos, ni mucho menos hacerlos públicos. De hecho, las empresas intentan proteger sus derechos sobre las innovaciones más avanzadas mediante la protección legal (patentes, marcas, etc... ) o mediante el secreto. Pero tampoco la publicación de los conocimientos más o menos codificados -bien mediante artículos científicos o mediante la descripción en las patentes para su posterior venta en el mercado- asegura su difusión y uso por otros agentes del sistema de innovación. Lundvall y Borras (1997) indican dos limitaciones respecto al proceso de codificación y el uso de la información codificada. Primero, el hecho que los conocimientos tácitos y codificados son complementarios y coexisten, implica que existen limitaciones a la codificabilidad de los conocimientos. Segundo, la codificación creciente no disminuye la importancia de conocimientos tácitos -las habilidades y destrezas o el “saber-como”-, que sólo se pueden obtener mediante un proceso de aprendizaje intensivo. Otra barrera importante para la codificación de conocimientos es el cambio. La codificación, especialmente de conocimientos complejos, se puede reducir en una situación de estabilidad. Lo que implica una contradicción dentro del propio proceso de codificación. Ya que la innovación es más fácil sobre conocimientos codificados, puede ser que el mismo proceso de codificación evite el desarrollo (la codificación) de otros conocimientos que incluso podrían albergar un mayor potencial (Lundvall/Borras, 1997)

Una vez superados los problemas técnicos y las reticencias empresariales en codificar y publicar las innovaciones, resulta que la información codificada no siempre resulta fácil de entender. La mayoría de los conocimientos codificados sólo pueden ser decodificados por expertos que ya han invertido en su propio “capital humano” con unas capacidades tecnológicas avanzadas. Los conocimientos codificados y tácitos son complementarios y solo pueden ser rentabilizados si se saben utilizar de forma adecuada debido a los conocimientos tácitos y/o habilidades de “know-how”. Otro problema para rentabilizar los conocimientos codificados es el exceso en la disponibilidad de información, lo que convierte en sumamente importante la habilidad de seleccionar de forma eficiente aquellas opciones que podrían ser fructuosas y explorarlas de forma eficiente.

Respecto a la discusión sobre innovación como información codificada versus conocimiento tácito cabe resaltar cuatro aspectos. Primero, aunque cada modelo refleja un concepto opuesto del bien tecnológico, cabe subrayar que la mayoría de los conocimientos se podrían clasificar como una forma mixta de ambos, lo que subraya la complementariedad de los dos. La tecnología y la innovación se presentan en el mundo real bajo formas diversas y asimétricas igual en cuanto a las características de los agentes

que participen en su desarrollo, a las industrias en las que esos agentes se ubican y a los resultados que obtienen. Segundo, la existencia de conocimientos tácitos y complejos de forma complementaria a la información codificada implica que no todas las innovaciones están disponibles en el mercado, que existe una gran variedad en las capacidades tecnológicas y productivas entre las empresas con información muy variada sobre futuras innovaciones, lo cual nos lleva al tercer y cuarto aspecto de capital importancia: el aprendizaje y la transferencia tecnológica. Las dos definiciones opuestas de la innovación (información versus conocimiento) tienen implicaciones importantes para la transferencia o difusión de las tecnologías. El concepto de la innovación como información codificada transforma la “innovación” en un bien público y su transferencia tecnológica puede ser de forma directa y barata, imitando un diseño o fórmula química. En el otro caso, debido a sus elementos tácitos, la transferencia de tecnología de unas empresas a otras o de unas industrias a otras constituye una operación difícil y costosa para su receptor, quien además tiene que pagar los costes de adquisición, los costes de aprendizaje y los costes de oportunidad derivados del retraso en el tiempo de la adopción y adaptación de la innovación con respecto al competidor. Aunque cabe subrayar que, como veremos en la siguiente sección, en ambos casos la capacidad de aprendizaje y absorción resulta de capital importancia. De hecho los conocimientos tácitos y el “saber-como” siguen siendo de una importancia crítica para asegurar el éxito de una empresa o un país y por lo tanto su aprendizaje -siendo un proceso intensivo- es también de trascendental importancia.

Como ya se ha indicado, no para todos los sectores o campos tecnológicos la índole de las innovaciones es igual. Como indica Lundvall et al. (2002) existen sectores productivos donde la confianza y conocimientos tácitos son muy importantes y la interacción directa y cooperación entre agentes resulta vital para su éxito, como serían las innovaciones en sectores dedicados al desarrollo de maquinaria especializada. Mientras, en otros sectores de menor complejidad (como productos de consumo tradicionales), la interacción “cara a cara” es menos importante y los contratos de I+D externa se puede realizar a mayor distancia geográfica.

### **4. Aprendizaje, selección y supervivencia de tecnologías, las trayectorias tecnológicas y “path dependency”**

El proceso de innovación basado en conocimientos tácitos de gran complejidad implica que los agentes o empresarios deben seguir un proceso de aprendizaje para adquirir el “saber-como”. El aprendizaje resulta importante porque las innovaciones no solo consisten en información codificada sino que llevan consigo, de forma complementaria, conocimientos tácitos necesarios para utilizar e interpretar de forma óptima la información codificada, y, por lo tanto, ambos aspectos se pueden considerar como un binomio indisoluble. La “economía aprendedora” es aquella economía donde el aprendizaje es crucial para el éxito económico para los individuos, empresas, y la economía regional y nacional. El aprendizaje se refiere a la creación de nuevas competencias y al establecimiento de nuevas habilidades y no a la obtención de la información (Lundvall, 1997, P. 6). Esto no sólo se refiere a una economía, sectores o empresas con un alto nivel tecnológico, sino que resulta de importancia para todos los agentes económicos. En todos los mercados existen posibilidades -amplias o en forma de nichos- para el aprendizaje. Incluso para las economías más avanzadas el aprendizaje

en los sectores de baja tecnología resulta crucial para la incorporación de nuevas tecnologías.

El concepto de aprendizaje habla de la manera en que una empresa construye y complementa su base de conocimientos respecto a tecnologías, productos y procesos de producción para desarrollar y mejorar las habilidades de sus recursos humanos. Este dominio se puede obtener mediante I+D o laboratorios propios, personal cualificado, transferencias tecnológicas o buenos flujos de información con el entorno. Un estudio clásico (Cohen y Levinthal, 1989) que trata el aprendizaje en relación con la capacidad tecnológica sugiere que el objetivo de ciertos proyectos de I+D es el aprendizaje o, dicho de otro modo, el objetivo es el desarrollo de las capacidades tecnológicas necesarias para poder integrar las innovaciones (externas) futuras. En su artículo “*Innovation and Learning: two faces of R&D*”, Cohen y Levinthal explican que este efecto podría ser importantísimo para la empresa. Especialmente en campos tecnológicos nuevos o en campos donde la empresa tiene un retraso en comparación con sus competidores, el aprendizaje puede ser un objetivo en sí mismo<sup>19</sup>.

Una definición práctica del aprendizaje sería “posibilitar la transferencia y absorción de las tecnologías punteras y nuevas convirtiéndolas en actividades conocidas y habituales”<sup>20</sup>. Se deben convertir actividades nuevas, complejas y difíciles en rutinas que se conviertan así en un conocimiento tácito que se acumulan sobre todo en el capital humano. Aunque el aprendizaje se va acompañando de transferencias de conocimientos e información, la transferencia tecnológica se basa principalmente en la imitación y el aprendizaje se refiere a habilidades o destrezas complicadas que necesitan una forma intensiva de interacción social. Siendo la forma como se transmiten estas habilidades, entre personas y de una generación humana. (P, Murmann, 2002)

Las empresas desarrollan rutinas -en cierto modo estables y persistentes- para poder abordar los cambios futuros. Aunque las innovaciones pueden generar cambios bruscos e incluso dejar obsoletas<sup>21</sup> algunas tecnologías existentes, en general siempre habrá periodos relativamente largos de difusión, ya que la mayoría de las innovaciones son más bien de carácter incremental o combinaciones novedosas de conocimientos existentes. Esto implica que la incertidumbre relativa se puede evitar mediante el aprendizaje construyendo una capacidad tecnológica y comercial. Además, las empresas, e incluso el estado<sup>22</sup>, analizan continuamente el potencial económico y social de las futuras tecnologías, su impacto sobre la estructura productiva y las inversiones y adaptaciones necesarias para el sistema de innovación. La imitación y la transferencia de tecnologías es un proceso costoso y acumulativo y, por lo tanto, existe un papel importante para el aprendizaje. “Acumulativo” se refiere a que el cambio tecnológico sigue trayectorias de cambios y mejoras continuas en vez de ser un proceso aleatorio o un conjunto de reacciones ad hoc respecto a la demanda en el mercado<sup>23</sup>. No debe

---

<sup>19</sup> Como fue el caso de la energía nuclear en Alemania donde los proyectos financiados con fondos públicos se realizaron principalmente para iniciar o generar un proceso como aprendizaje (Keck, 1981)

<sup>20</sup> Subdirectora de Recursos Humanos del Centro de I+D de una empresa multinacional española.

<sup>21</sup> El concepto schumpeteriano de la “creación destructiva” se refiere a las innovaciones claves que generan un cambio de ruptura con las tecnologías anteriores.

<sup>22</sup> Véanse los estudios de Japón, Alemania EE. UU. etc..

<sup>23</sup> Según Dosi (1988) el cambio tecnológico está influenciado por 1) el “state of art” de las tecnologías ya existentes; 2) la naturaleza propia de estas tecnologías que permite su uso económico y 3) depende del



olvidarse que las innovaciones generan cambios económicos importantes y su dirección no siempre es conocida, lo que podría ampliar que las rutinas del pasado no son adecuadas a la situación actual. La información incompleta o difusa respecto a las trayectorias tecnológicas -especialmente debido a la gran cantidad de actores y el secretismo en que se envuelve la actividad innovadora- obliga a los agentes económicos a aprender y a desarrollar unas rutinas para poder contestar también a los cambios imprevistos.

En la discusión sobre los dos modelos extremos de innovación (información codificada versus conocimientos tácitos), se ha explicado que la innovación es un proceso complejo, en donde interactúan muchos actores y factores de la empresa, tanto internos como externos, cuya integración no resulta un automatismo. La dinámica de este proceso (integración y funcionamiento de todos estos factores y actores en su conjunto) se podría considerar como la capacidad innovadora de la empresa. Otra forma de entender la capacidad tecnológica o de absorción es enfocarla como el resultado final de la acumulación del proceso de aprendizaje. Se puede definir capacidad tecnológica como la facultad de entender, dominar y adaptar las tecnologías adquiridas, la capacidad para la adaptación de desarrollos tecnológicos futuros y de generación de innovaciones tecnológicas. Esto implica que las empresas no solamente deben saber manejar nuevas tecnologías, sino que deberían ser conscientes del desarrollo tecnológico futuro para poder valorar, reconocer, seleccionar y absorber las tecnologías relevantes para la empresa (Cohen/Levinthal, 1989, Pág. 569). Esta habilidad está determinada por un amplio número de factores como la influencia de personas clave en el proceso de innovación, la cultura innovadora de la empresa, la capacidad y el proceso de aprendizaje mediante la acumulación de experiencias internas en la empresa, la estructura organizativa, y la gestión de la innovación, la integración del proceso de innovación en la estrategia general de la empresa, y las relaciones con el entorno. Otra definición destaca la importancia de la competencia o capacidad tecnológica para la estrategia general. Dankbaar define la capacidad tecnológica como *“la capacidad para generar e implantar estrategias de I+D en coherencia con la estrategia general de la empresa, teniendo en cuenta las tendencias a largo plazo del mercado, los competidores y la evolución tecnológica”* (1993, pág. 4).

El aprendizaje no solo es importante para la propia empresa y su proceso interno de innovación sino también para el conjunto de los agentes del sistema de innovación. En las últimas décadas se ha observado una división del trabajo creciente en las actividades innovadoras, no solo en una sola empresa (donde participan los departamentos de ingeniería, de I+D, de producción, de ventas y servicios post ventas, etc. ) sino que en ocasiones existe la participación de un amplio número de agentes e instituciones a las cuales, en su conjunto, nos referimos como sistema de innovación. Es decir, existen múltiples fuentes de conocimientos codificados y tácitos que habría que identificar y después interiorizar según los intereses de cada empresa, lo que requiere una capacidad tecnológica avanzada. El aprendizaje de las rutinas y códigos de las tecnologías es importante tanto para los oferentes y creadores de las tecnologías como para los receptores. De hecho, una tecnología muy buena y avanzada puede fracasar en su comercialización debido a la falta de usuarios capaces de manejarla.

---

nivel tecnológico existente en las empresas, regiones o países. Lo que implica que el cambio tecnológico es una actividad acumulativa.

La evolución del desarrollo económico va acompañada de un proceso de creación y selección de innovaciones. Nelson y Winter (1977, 1982) subrayan el carácter evolucionista del cambio tecnológico y, por consiguiente, del sistema nacional de innovación. Esta evolución se basa en los siguientes componentes (Edquist, 1996): (1) El punto de salida es la existencia y reproducción o la creación de tecnologías y organizaciones. (2) Existen mecanismos que introducen novedades en el sistema (mecanismos que crean diversidad). Estos cambios son a veces aleatorios pero también se producen novedades predecibles (p. e. El desarrollo orientado de investigación y la innovación incremental). En la biología estos cambios se llaman mutaciones y, en nuestro contexto, innovaciones. (3) Existen mecanismos que seleccionan las entidades innovadoras del sistema. Este proceso de selección reduce la diversidad. Para la biología sería la “selección natural” y para el cambio tecnológico “la selección del mercado basado en la competición”. Este sistema de selección forma un filtro que influye sobre las entidades. En palabras de Nelson (1987): “El cambio tecnológico es claramente un proceso evolutivo. Los creadores de innovación generan tecnologías superiores a las existentes y los ajustes son lentos” (p. 16). Es decir, las nuevas tecnologías van sustituyendo poco a poco –dejando obsoletas- a las tecnologías existentes y el proceso de la innovación incremental y la difusión son lentos y se basan en pequeños ajustes. Lejos de ser un proceso de equilibrio y maximización, como defienden los neoclásicos, resulta ser un proceso de adaptación donde la aleatoriedad juega un papel importante. Por un lado, los recursos existentes de un sistema de innovación son el punto de partida y marcan las posibilidades y el camino a seguir, pero por otro, la aleatoriedad y la larga duración en el tiempo de muchos procesos de innovación sugieren que la teoría evolucionista es una aproximación más real al estudio de la innovación que los principios neoclásicos.

Un último aspecto que queremos destacar son las trayectorias tecnológicas que conllevan el riesgo del encierre en el camino elegido<sup>24</sup>. Como se acaba de argumentar, el proceso de innovación se basa en una trayectoria continua de mejoras incrementales y en cierto modo previsible, alteradas por cambios o innovaciones radicales no esperadas. Una empresa (sector o región) que opta por la acumulación de conocimientos a base de una sola alternativa tecnológica tendrá una menor capacidad de reacción o absorción cuando se vea inmersa en un cambio no esperado de la orientación tecnológica. Este cambio deja sus conocimientos acumulados obsoletos, lo que se denominan en inglés el “lock in effect”, es decir, el encierre en conocimientos obsoletos o “path dependency”, ya que la capacidad de reacción depende del camino elegido.

## 5. Modelo lineal versus el modelo interactivo del cambio tecnológico

El modelo interactivo o evolucionista combina el cambio tecnológico con los conceptos de aprendizaje, y el “path dependency” con los procesos dinámicos de aprendizaje mutuo y

---

<sup>24</sup> Denominado en la literatura inglesa como “path dependency” y “lock-in effects”

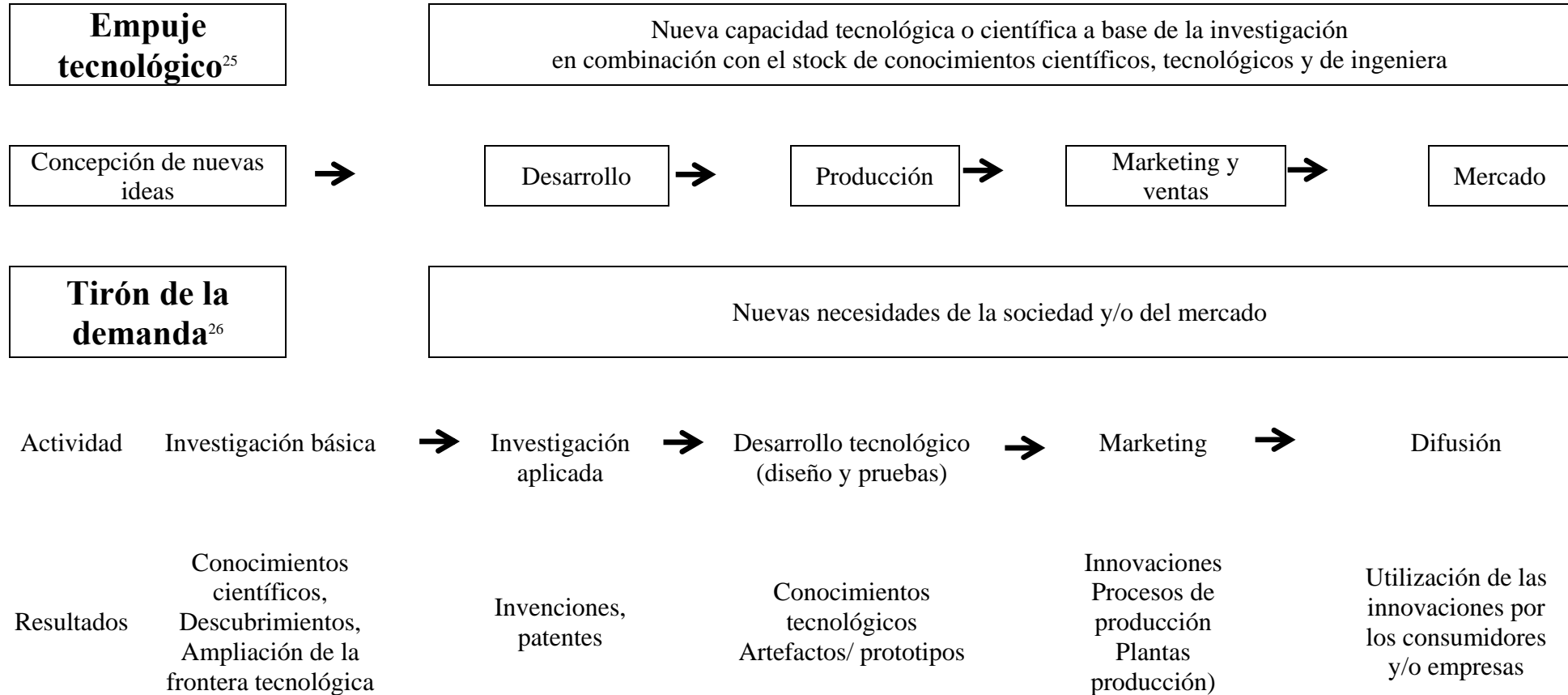
retroalimentaciones. Es decir, es un modelo sistémico y holístico. Hasta mitad de la década de los 70, la teoría económica consideraba que la tecnología era básicamente información y que su proceso de producción era resultado de la acción secuencial de las instituciones de investigación -exógena al sistema económico- y de las empresas innovadoras. Este modelo, **el modelo lineal del cambio tecnológico**, fue hasta los años ochenta la base teórica de la política tecnológica de la mayoría de los países desarrollados. La teoría lineal de la innovación sugiere que el producto o resultado (output) está altamente relacionado, de forma lineal, con el factor de entrada (input), y que esta relación se resume en la función de producción.

Este modelo del cambio tecnológico conceptualiza la I+D como una actividad aislada, llevada a cabo en centros de investigación, y que no se deja influir por incentivos desde el mercado u otras unidades de la empresa. La innovación sería un proceso lineal y secuencial llevado a cabo en fases aisladas, que se inicia con la fase de investigación básica y finaliza con la fase de introducción de las innovaciones en el mercado (Malerba/Orsenigo; 1995). Las nuevas tecnologías se consideran información codificada de carácter público y fácil de copiar. Este modelo supone que la transferencia tecnológica -diseminación de nuevas tecnologías- es un proceso automático sin costes significativos o retrasos en el tiempo, basado en el mecanismo de “la mano invisible”. La tecnología sería información fácil de copiar y por lo tanto niega la necesidad de aprendizaje. El modelo lineal niega de manera virtual factores como la influencia de instituciones, estrategias y actitudes competitivas de otras empresas o países, o los factores relacionados con la demanda y educación. Las políticas basadas en el modelo lineal están dirigidas hacia la generación o creación de innovaciones mediante la creación de centros de investigación, el apoyo a la I+D básica para tecnologías claves, o la financiación directa de las actividades de investigación empresariales.

Un modelo teórico alternativo y opuesto al modelo lineal del cambio tecnológico sería **el modelo interactivo o evolucionista**, desarrollado en los años ochenta, que implica cambios radicales para la gestión tecnológica de las empresas o el diseño de la política tecnológica por parte de la administración pública.

Este modelo se basa en la idea de una interacción continua entre los distintos actores y elementos durante todo el proceso de innovación y la comercialización posterior de los resultados. Incluso una vez que el producto esté plenamente introducido en el mercado, este proceso interactivo sigue mediante el perfeccionamiento y diversificación de los productos y procesos de producción y de las tecnologías utilizadas. Mientras que el modelo lineal destaca solamente las actividades tecnológicas del departamento de I+D, el modelo interactivo destaca las capacidades tecnológicas de la empresa en general, considerando la gestión de la innovación como un proceso estratégico y corporativo donde tendría que estar implicada toda la empresa, incluidos sus distribuidores y clientes.

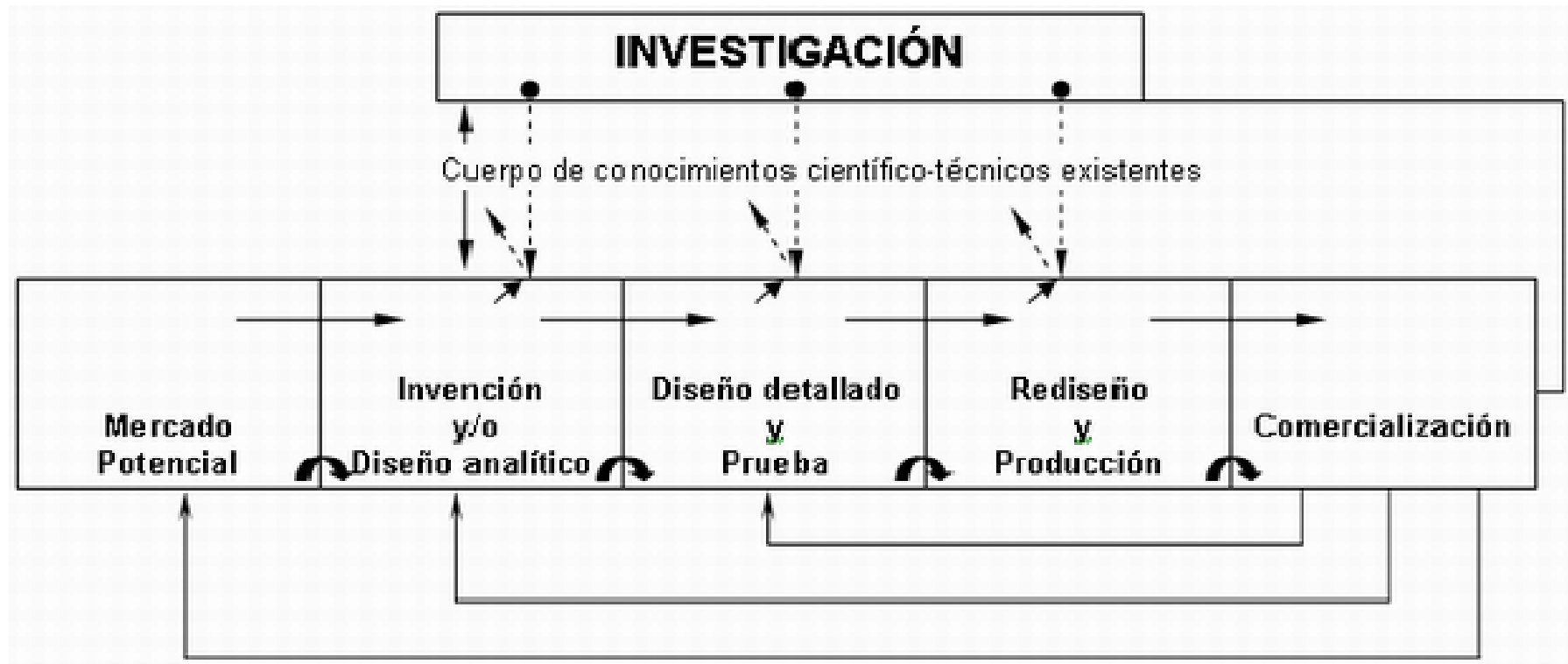
Esquema 2. Modelo lineal :



<sup>25</sup> Technological push

<sup>26</sup> Demand pull

Esquema 3. Modelo interactivo



La capacidad tecnológica de una empresa se basa en su “saber-hacer” y tiene una dimensión tácita y acumulativa. Las nuevas tecnologías o innovaciones se consideran conocimientos con aspectos tácitos no codificables. La transferencia tecnológica es considerada como costosa y difícil, y el entendimiento de nuevas tecnologías cuesta mucho tiempo y recursos humanos. El modelo interactivo considera la innovación como un proceso dinámico o interrelacionado con efectos de retroalimentación continuos entre las distintas etapas, y, además, todo este proceso se desarrolla en un ambiente cambiante (Malerba/Orsenigo, 1995), donde los actores y competidores reaccionan -a base de una conducta rutinaria- a cada uno de los cambios, o bien buscan romper mediante innovaciones los equilibrios competitivos existentes generando así los cambios. El papel del aprendizaje o la creación de capacidades tecnológicas resulta fundamental para poder apropiarse de los “conocimientos” tecnológicos futuros generados por otros organismos del sistema o en otros países (Lundvall, 1997).

La teoría evolucionista se basa en una crítica feroz respecto a la teoría neoclásica. La escuela evolucionista censura la teoría neoclásica primero por su simplificación de la realidad y los supuestos muy lejos de la realidad económica, segundo por el tratamiento equivocado de la innovación como determinante del crecimiento. Los primeros modelos lo tratan como un determinante exógeno del crecimiento, aunque los modelos posteriores lo “endogenizan” y no tienen en cuenta las características específicas de la innovación. Como última crítica, se rechaza la predestinación del desarrollo económico hacia el equilibrio económico o cualquier otra finalidad predestinada. Ambas teorías –la teoría neoclásica y la evolucionista- admiten la importancia de la innovación como factor del crecimiento económico, pero los fundamentos de sus modelos de crecimiento son muy distintos, incluso, según Nelson, incompatibles entre si (2004). Los neoclásicos ofrecen un modelo muy abstracto con falta de realismo para que la modelización cuantitativa macro sea analíticamente consistente. Mientras que la teoría evolucionista recoge las implicaciones microeconómicas en busca de una aproximación más ecléctica. Nelson/Winter, (1977, 1982); Dosi, (1982); Sahal, (1981); Verspagen, (2004); y Nelson (2004), entre otros, indican que la perspectiva neoclásica (incluso en su forma más sofisticada), en cuanto al concepto de la función de producción con respecto a la innovación y el cambio tecnológico, solo ofrece aportaciones muy limitadas respecto al entendimiento del proceso innovador y sus implicaciones para el desarrollo económico. A pesar de la introducción de la innovación en los modelos neoclásicos, todavía existe un vacío enorme entre la formalización de la innovación en los modelos abstractos y los conocimientos empíricos respecto a las fuentes, orientación y dirección, e implicaciones del cambio tecnológico y las características de las empresas innovadoras (Dosi, 1988).

En el concepto neoclásico del desarrollo económico, la causa y el efecto son dos aspectos separables y el crecimiento es un fenómeno regular, continuo y equilibrado. El concepto evolucionista está basado en las circunstancias históricas, mecanismos causales, complejos y cambiantes en el tiempo (por ello, a menudo, las causas y los efectos no son separables) y se basa sobre todo en patrones de crecimiento turbulentos lejos de ser regulares y predecibles. El aspecto central en esta teoría es el desequilibrio continuo donde los agentes económicos intentan romper incesantemente, mediante innovaciones, el equilibrio para obtener beneficios extraordinarios. Esta tendencia a romper el equilibrio implica la invalidación de todos los demás supuestos neoclásicos. La teoría evolucionista critica el concepto estático del equilibrio y la competencia

perfecta, la racionalidad maximizadora y la supuesta homogeneidad de los agentes económicos representativos y de la tecnológica. Esta última no está libremente disponible ni accesible, a nivel mundial, para todos los competidores, ni existe información perfecta al respecto. *“Evolutionary theory sees the economy as always in the process of change that is not completely familiar to the actors, or perfectly understood by them. In contrast, neoclassical theory sees the economy as at rest, or undergoing well anticipated change, in any case with actions appropriated to the context something the decision makers have learned through relevant experience, or can calculate accurately based on what they know securely (Nelson, 2004, P. 1)”*. Lo que implicaría que el entorno económico no cambia en sus aspectos fundamentales o por lo menos es previsible.

Según esta teoría, el desarrollo económico es un proceso dinámico y evolutivo basado en la adaptación, reacción y selección dentro de un sistema donde los distintos componentes son interdependientes. Es clave en este sistema la innovación, siendo una actividad acumulativa, siendo el motor que convierte el sistema económico en un régimen dinámico. Este **proceso evolutivo** se basa en cambios endógenos -tanto debido a alteraciones bruscas como graduales- que a su vez genera un proceso continuo de adaptación o aprendizaje y selección, donde sobreviven aquellas empresas que mejor se adaptan a estos cambios. El cambio tecnológico juega un papel predominante -aunque no determinante- en las alteraciones del sistema económico. Este, lejos de buscar un equilibrio (neoclásico) o dirigirse a un objetivo o estadio predeterminado, evoluciona de forma continua a base de los acontecimientos endógenos sin que se pueda prever todos los cambios estructurales futuros.

En la teoría evolucionista, se considera que el cambio tecnológico y el crecimiento económico son dos procesos contextuales e interactivos. El cambio tecnológico es un proceso que ocurre dentro de un contexto con diversos agentes y organismos del sistema de innovación y del tejido productivo, que se desarrolla y adapta a partir de las capacidades tecnológicas disponibles en empresas e institutos de I+D, las condiciones y oportunidades de coste y demanda (que depende de las tecnologías en uso y el patrón de consumo establecido) y de las decisiones empresariales (de los empresarios, ingenieros y científicos) sobre las posibilidades tecnológicas futuras y su rentabilidad económica. Además, el progreso tecnológico interactúa con el desarrollo económico donde pueda generar un efecto de impulso al crecimiento o pueda ser la causa del estancamiento económico. Es decir, la empresa debe optimizar sus decisiones respecto a su comportamiento en vez de maximizar a corto plazo sus beneficios.

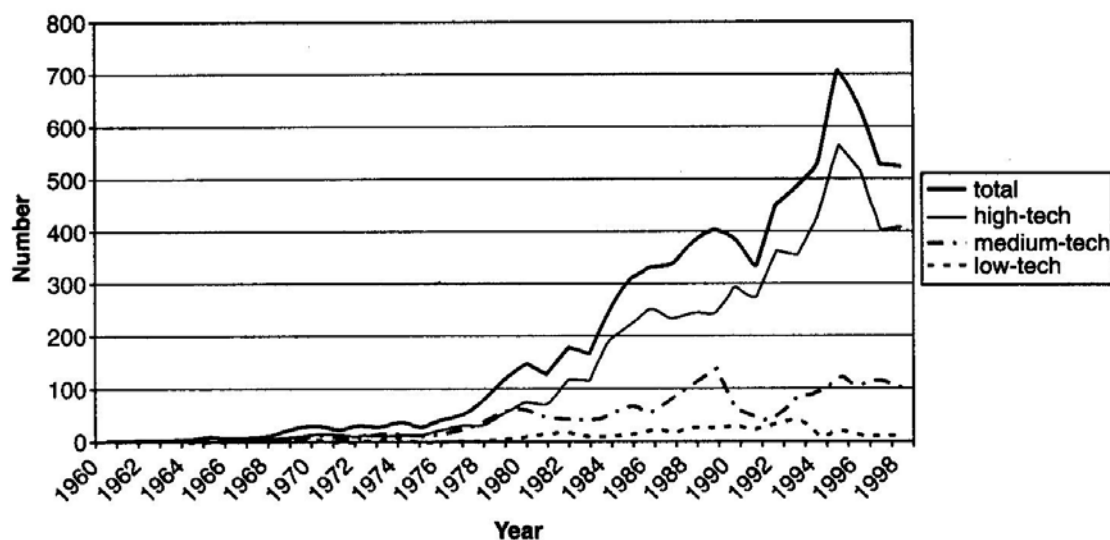
Uno de los fundamentos que, según los evolucionistas, convierten la teoría neoclásica en una teoría demasiado simplista y poco realista es el concepto de las nuevas tecnologías como un bien público de acceso libre y gratuito por todos los agentes económicos. Para los evolucionistas, la innovación y las nuevas tecnologías son claves para el desarrollo económico y, en vez de ser un bien de carácter “público”, es un bien “privado” del que puede apropiarse. Los resultados del proceso de innovación están muy protegidos por (1) el carácter tácito de muchos de los componentes (2) su alto nivel de complejidad (fabricas de coches, producción de aviones, centrales nucleares, etc. ) (3) están altamente protegidas, bien mediante medidas legales (patentes, derechos de autor, etc...) (4) a base de secretismo o (5) mediante un proceso de innovaciones

incrementales continuas<sup>27</sup>. Las empresas, lejos de adaptarse a un equilibrio económico hipotético, buscan romper este equilibrio desviando los beneficios hacia sus propias actividades. Las innovaciones son iniciativas empresariales intencionadas para romper con el equilibrio de los mercados perfectos y obtener un monopolio temporal (Schumpeter 1939, Nelson/Winter, 1982). Por lo tanto, muchas de estas innovaciones no se comercializan en el mercado ya que las empresas quieren mantener el monopolio temporal respecto a sus competidores.

## 6. Cooperación en innovación

La teoría evolucionista subraya la importancia de la interacción entre los distintos agentes del sistema de innovación. Por lo que la cooperación en I+D+i sería un aspecto fundamental. En los últimos treinta años la cooperación en innovación entre empresas ha aumentado de forma sustancial (ver gráfico 1) (Sharp/Shearman, 1987; Mytelka, 1991; Hagedoorn et al, 2000; OECD, 2002). Hay múltiples razones para justificar la cooperación (véanse Hagedoorn/Schakenraad, 1989; Vonortas, et al, 2003), que se podrían recoger en los siguientes argumentos básicos: (1) los problemas de apropiabilidad de los resultados tecnológicos; (2) complejidad e interdisciplinariedad creciente de la innovación relacionado directamente con el aprendizaje; (3) los costes crecientes para mantenerse en la frontera tecnológica junto a la disminución del tiempo de los ciclos de vida de los productos y (4) razones estratégicas (por ejemplo la promoción de estándares tecnológicos o la entrada en nuevos mercados). Aunque cabe añadir que en la mayoría de las ocasiones la cooperación se debe a una combinación simultánea de estos argumentos.

Gráfico 3. El crecimiento de nuevas alianzas estratégicas tecnológicas (1960-1998)



Fuente: Hagedoorn, Research Policy 31, 2002

<sup>27</sup> En este caso, las empresas más avanzadas mejoran de forma continua sus productos o procesos de producción para mantener sus competidores a una distancia tecnológica.



El enfoque sobre los problemas de apropiabilidad de los resultados está relacionado con consideraciones de la tecnología como información. La facilidad de copiar o transferir -sin apenas costes financieros ni pérdida de tiempo- convierte los resultados del proceso de innovación -en términos de Arrow- en un bien público difícil de apropiar. Lo que situaría el nivel de inversión en innovación por parte de las empresas privadas por debajo del socialmente deseable. A pesar de la protección legal -patentes, derechos de autor, otras modalidades de propiedad intelectual- las empresas privadas creen que sus esfuerzos serán aprovechados por sus competidores mediante externalidades no deseadas. La cooperación entre posibles usuarios de las nuevas tecnologías no sólo implica compartir costes sino evitaría el riesgo externalidades no deseadas hacia los competidores.

La literatura basada en la teoría de la Organización Industrial -que formaliza este enfoque mediante modelos teóricos (Para una revisión de la literatura vease Belderbos et al., 2003)- apuntan a que la cooperación horizontal, -es decir entre competidores-, aumenta el nivel de externalidades generadas. Además, si estas son suficientemente altas -por encima un nivel crítico- la cooperación genera un nivel de inversión mayor en cada una de las empresas, ya que neutraliza los posibles desincentivos debidos a externalidades no deseadas hacia empresas rivales. No obstante se puede indicar que los modelos desarrollados en la literatura también revelan que todos los tipos de cooperación resultan rentables (Steurs, 1995).

El problema de la apropiabilidad se refleja con especial intensidad en la I+D básica, siendo un tipo de investigación cada vez más importante. Además, estos conocimientos se transforman cada vez más rápido en aplicaciones industriales. Los costes crecientes de la ciencia exigen la optimización de los recursos (Kulicke, 1997). Es precisamente este tipo de I+D la que se considera con mayor frecuencia un bien público, y, por lo tanto, genera con más asiduidad externalidades no deseadas, lo que la convierte en apta para colaboraciones. De hecho es justamente este tipo de cooperaciones -precompetitivas- que tienen ya desde hace más de 25 años un apoyo público claro por parte de las administraciones públicas y especialmente mediante el Programa MARCO de la Unión Europea. Respecto a la apropiabilidad debe tenerse en cuenta que no todas las teorías consideran las tecnologías generadas por actividades innovadoras y la I+D como información o un bien público. La teoría evolucionista respecto al cambio tecnológico y el desarrollo económico argumenta que las tecnologías son conocimientos con un alto contenido tácito, difíciles de copiar, y por lo tanto, hasta un cierto nivel, las empresas se apropian de ellos. Esto implica que la relación entre los problemas de apropiabilidad en cuanto a la cooperación no están del todo claros. Contrariamente a lo anterior se podría argumentar que las empresas son más propensas a cooperar en tecnologías con un alto grado de apropiabilidad, porque sería la única vía de acceso a las tecnologías de sus competidores (Pyka, 2002). Para tecnologías complejas la transferencia tecnológica está relacionada con la comunicación directa y un proceso mutuo de aprendizaje, y en este tipo de tecnologías la imitación sin más no es posible (Winter, 1987). Otro comentario al respecto es que -según la Teoría de la Organización Industrial- solo las empresas que pueden proteger sus propios conocimientos -estratégicos para su posición competitiva- participarán en proyectos de cooperación (Belderbos, et al., 2003). Aunque también estarán interesadas aquellas empresas con un nivel innovador relativamente bajo que quieren aprovecharse de los conocimientos de

otras empresas . No cabe duda que la decisión de cooperar incluye un análisis previo de la fiabilidad e integridad de los posibles socios para evitar el abuso.

Estas críticas coinciden con un argumento cada vez más importante para cooperar: la complejidad e interdisciplinariedad científica creciente de la innovación, la cual exige tener capacidades en distintas áreas tecnológicas. Esta exigencia de diversificación en los distintos campos tecnológicos es -incluso para las empresas más grandes- un requisito demasiado costoso en términos financieros y de tiempo (Teece, 1992; Geroski, 1995; Hagedoorn/Narula, 1996). La división del trabajo en el caso de la innovación no es fácil de conseguir a través del mercado sino que requiere de alguna forma de cooperación (Geroski 1995), por tanto las empresas buscan socios con conocimientos avanzados y complementarios obteniendo economías de escala y alcance que les permite responder rápidamente a los cambios de mercado.

Una aportación de este segundo enfoque nos la ofrece la literatura de la gestión empresarial –basándose en la Teoría de los Costes de Transacción o la Teoría Basada en Recursos (Tyler/Steensma, 1995) y los trabajos sobre el aprendizaje (Cohen/Levinthal, 1989). La primera de ellas indica que la cooperación puede reducir los costes de transacción debido a un mejor control de la transferencia tecnológica respecto a lo que podrían ofrecer los mecanismos de mercado. Esta capacidad de control del proceso de innovación mediante la cooperación- esta relacionada principalmente con la complementariedad en conocimientos entre los socios (Kogutt, 1988, Teece, 1992; Geroski, 1995; Hagedoorn et al, 2000). El objetivo de formar alianzas es la adquisición de los conocimientos y las habilidades de los socios –como un proceso de aprendizaje- para poder crear competencias nuevas (Hamel, 1991; Steensma, 1996) especialmente cuando una empresa quiere entrar en un campo tecnológico desconocido para ella (Sakakibara, 1997). Para que la colaboración sea exitosa las empresas deberían poseer un nivel de absorción o de aprendizaje que depende básicamente de las experiencias en actividades relacionadas con la innovación (Cohen/Levinthal, 1989; Hamel, 1991; Steensma, 1996)<sup>28</sup>. Además la cooperación evitaría que el éxito propio dependa de la existencia en el mercado de las tecnologías complementarias necesarias para realizar sus propios proyectos. De esta forma la empresa tiene el papel activo en conducir la orientación innovadora y es copropietario de las tecnologías desarrolladas<sup>29</sup>

El tercer enfoque que justificaría la cooperación en innovación –directamente relacionado con los anteriores- serían los costes (Hagedoorn/Schakenraad, 1989; Teece, 1992; Brockhof et al, 1991; Vonortas et al, 2003). Buena parte de los nuevos retos científicos son cada vez más intensivos en capital mientras que el tiempo disponible para recuperar las inversiones se ha acortado debido a que el ciclo de vida de los nuevos productos y procesos disminuye continuamente. Además el proceso de desregularización y liberalización, por un lado, aumenta la competitividad en el mercado domestico respecto a la introducción de innovaciones por parte de empresas extranjeras. Y, por otro, permite el acceso a nuevos mercados internacionales, cada uno con sus preferencias y requisitos que exigiría mayores adaptaciones innovadoras de los productos. La colaboración puede evitar duplicación de los gastos proporcionando

---

<sup>28</sup> La relación en la capacidad de aprendizaje y la experiencia innovadora se ha comprobado para el caso de España en el trabajo de Heijs (2004)

ventajas de escala y la dispersión de los riesgos. Esto podría ser especialmente importante para las PYMES con medios financieros limitados. La posibilidad de repartir los gastos de costosos proyectos, les proporcionaría, a su vez, ventajas de escala. Además la cooperación (tanto horizontal como vertical) puede disminuir las posibles pérdidas en el caso de competencia en innovación entre empresas que desarrollan tecnologías parecidas (o distintas para el mismo uso final). Esto se aplicaría en el caso de que dos o más empresas vendan en el mismo mercado y este sea demasiado pequeño para la existencia -de forma rentable- de tecnologías sustitutivas o en el caso de proyectos de algunas empresas individuales que podrían quedar obsoletos antes de su introducción en el mercado. Este problema se conoce como “Carrera de patentes” (Dasgupta/Stiglitz 1980; Pérez/Castrilli, 1990) donde solo el ganador obtendrá beneficios mientras los perdedores pierden sus inversiones.

Aunque se podría esperar cooperación en el caso de proyectos muy costosos o tecnologías muy complejas y multidisciplinarias, la empresa sería menos propensa a cooperar si es líder tecnológico, especialmente si considera sus capacidades tecnológicas como estratégicas para su posición competitiva. Adicionalmente se podría argumentar que la cooperación no siempre genera ventajas para la economía en su conjunto. Primero la cooperación podría generar una situación de monopolio donde las empresas propietarias de las nuevas tecnologías pueden imponer, no sólo el precio, sino también los estándares tecnológicos a sus competidores. Las actividades de forma individualizada podrían generar diversas tecnologías para solucionar el mismo problema, mientras que, la cooperación podría resultar en una apuesta para una sola solución de las opciones posibles que, en el caso de ser errónea, podría atrasar seriamente el progreso tecnológico.

Después de esta aproximación teórica se ofrecen a continuación las opiniones empresariales respecto a la cooperación en innovación en España. Los motivos de la cooperación que están recogidos en la encuesta IAIF/FECYT30 están relacionados con dos de los tres enfoques mencionados. Primero se puede resaltar que el enfoque basado en el “ahorro de costes” parece tener un papel marginal al momento de establecer acuerdos de cooperación. De hecho -como se puede apreciar en cuadro 6 los motivos que implican una necesidad financiera -ahorro de costes (43 por ciento) 31 y el cumplimiento de requisitos para las ayudas (49 por ciento) - son los que menos se han valorado, con 2,3 y 2,5 puntos sobre cinco respectivamente.

El segundo enfoque recogido en los motivos analizados por la encuesta es la complementariedad de las actividades y el aprendizaje. De hecho el motivo más valorado ha sido el acceso a especialidades o cualificaciones no disponibles en las empresas (79 por ciento)<sup>32</sup>, seguido por la adquisición de experiencia y conocimientos (75 por ciento), con una valoración de 3,4 puntos sobre cinco. Un motivo en cierta

---

<sup>30</sup> La Encuesta-IAIF/FECYT ha sido desarrollado por Joost Heijs dentro de un proyecto de investigación dirigido por Andrés Fernández Díaz y Financiado por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (Vease Heijs et al, 2004a 2004b). Queremos darles la gracia para la utilización de los datos

<sup>31</sup> Entre paréntesis se indica el porcentaje de empresas que han considerado este motivo como importante o muy importante

<sup>32</sup> Entre parentesis el porcentaje de empresas que consideran este motivo importante o muy importante, siendo la suma de las empresas que en el cuadro 6 se agrupan en la columna de importancia media y alta.

forma relacionado con los dos anteriores -ya que también implica la búsqueda o la complementación de conocimientos- es el seguimiento de los avances tecnológicos en ciertas áreas concretas (70 por ciento), valorado con 3,1 puntos.

Otro motivo de cooperación relativamente importante es el acceso a infraestructuras e instalaciones no disponibles en la empresa (68 por ciento), valorado con 3,2 puntos. Un motivo importante sobre todo para las empresas de menor tamaño y con actividades innovadoras menos intensas. Ya que son justamente estas empresas las que no llegan a la masa crítica para poder tener grandes equipos o instalaciones

**Cuadro 6. Motivos de la Cooperación con Universidades y Centros Públicos de Investigación.**

Motivos	Media <sup>a</sup>	Importancia de los motivos (%)			
		Baja	Media	Alta	Total
Acceso a especialidades y cualificaciones no existentes en la empresa	3,4	22	23	56	100
Adquisición de experiencia y conocimientos	3,3	25	23	52	100
Acceso a infraestructura e instalaciones no existentes en la empresa	3,2	32	21	47	100
Seguimiento de avances tecnológicos	3,1	30	30	40	100
Inviabile en solitario	3,0	36	23	41	100
Obligaciones para obtener ayudas	2,5	51	23	26	100
Ahorro en costes	2,3	57	24	19	100

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta IAIF/FECYT.

<sup>a</sup> Media sobre una escala de uno (poco importante) a cinco (muy importante)



## ***CAPITULO 2. ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN. ENFOQUE EVOLUCIONISTA***

### **1. Introducción: retorno a Schumpeter**

Retornemos una vez más a las ideas seminales de Joseph A. Schumpeter para destacar el papel central de la innovación en el proceso del desarrollo económico. Éste se concibe como una ruptura con el estado de cosas precedente, como “un cambio espontáneo y discontinuo, ... (una) alteración del equilibrio que desplaza siempre el estado de equilibrio existente con anterioridad”<sup>33</sup>; en definitiva, como una transformación que modifica la estructura de las actividades económicas y, a través de ella, impulsa su crecimiento. Transformación que no resulta de una perturbación externa al sistema económico, sino que tiene “un origen interno”<sup>34</sup>, que se localiza específicamente “en la esfera de la vida industrial y comercial y no en la esfera de los consumidores de productos acabados”<sup>35</sup>, pues, “por lo general, es el productor quien inicia el cambio económico, educando incluso a los consumidores si fuera necesario ... a necesitar nuevas cosas”. Y transformación que se define específicamente como “la puesta en práctica de nuevas combinaciones” de materiales, trabajo y capital, “de medios productivos”<sup>36</sup>. El desarrollo es, por tanto, en esencia, siguiendo la concepción schumpeteriana, innovación, cambio, “mutación industrial que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos”<sup>37</sup>. Innovación que da lugar a un proceso de *destrucción creadora*. Schumpeter dirá que éste implica un doble movimiento. Por una parte, en el plano personal, el desplazamiento de los viejos empresarios por otros nuevos —“puede afirmarse, señala, que no son los dueños de las diligencias quienes construyen los ferrocarriles”<sup>38</sup>—, dando lugar a procesos de “grandeza y decadencia económica y social de individuos y familias”<sup>39</sup>. Y, por otra, en el plano económico, a la reasignación de recursos desde las viejas actividades hacia las nuevas, de manera que la innovación implica “el empleo distinto de las existencias de medios productivos del sistema económico”<sup>40</sup>.

El concepto de innovación, a su vez, abarca una multiplicidad de fenómenos que Schumpeter sintetiza en las cinco categorías siguientes:

---

<sup>33</sup> Cfr. Schumpeter (1911), pág. 74.

<sup>34</sup> *Ibidem*, pág. 74. Sylos Labini (1988), que fue discípulo de Schumpeter al final de los años cuarenta, añade: “La mayor parte de los economistas modernos considera estos cambios como un proceso que influye en la vida económica desde el exterior, como un proceso exógeno. Este punto de vista no es correcto”. Cfr. pág. 96.

<sup>35</sup> Schumpeter (1911), pág. 75.

<sup>36</sup> *Ibidem*, pág. 76.

<sup>37</sup> Cfr. Schumpeter (1942), pág. 121.

<sup>38</sup> Schumpeter (1911), pág. 77.

<sup>39</sup> *Ibidem*, pág. 77.

<sup>40</sup> *Ibidem*, pág. 78. Vid. también Schumpeter (1942), pág. 103.

- ❑ La *innovación de producto* o, en expresión del autor, “la introducción de un nuevo bien o de una nueva calidad de un bien”<sup>41</sup>.
- ❑ La *innovación de proceso* o “nuevo método de producción ... no probado por la experiencia de la rama de la manufactura de que se trate, que no precisa fundarse en un descubrimiento nuevo desde el punto de vista científico”.
- ❑ “La *apertura de un nuevo mercado* ... en el cual no haya entrado la rama especial de la manufactura del país de que se trate”.
- ❑ La aparición de *nuevas fuentes de materiales para la producción*, sean “materias primas o bienes semimanufacturados”.
- ❑ Y la *emergencia de nuevas formas organizativas* en la industria, a las que se alude con referencia a las estructuras de mercado<sup>42</sup>.

Y, por otra parte, la innovación adquiere su plasmación real a través de la empresa. La empresa es, para Schumpeter, “la realización de (las) nuevas combinaciones”<sup>43</sup>; y quienes la impulsan son los “empresarios”; esos a los que, en el lenguaje actual, se suele designar como emprendedores. Schumpeter acogerá bajo este concepto tanto a los “hombres de negocios independientes” como a los “empleados de una compañía, como directores (y) miembros del consejo de administración”<sup>44</sup>, pues lo relevante para la innovación no es el tipo de empresa —definido por su tamaño, su carácter individual o corporativo, o por el origen de su capital— sino la cualificación misma del empresario. Ésta queda definida por su personalidad y su conducta: el empresario es un hombre que “encuentra su gozo en la aventura” para quien “la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito”, que cuenta con la “voluntad de fundar un reino privado” ejerciendo el “liderazgo económico” y conduciendo “los medios de producción a nuevos caminos”<sup>45</sup>.

## 2. Evolucionismo: microeconomía de la innovación

Puede sintetizarse, por tanto, que, en el planteamiento schumpeteriano, la innovación se sitúa en el centro de la explicación de los procesos de desarrollo económico. Se trata de un fenómeno que adquiere múltiples expresiones, que resulta impulsado por unos agentes concretos —los emprendedores— y que se ubica materialmente en las empresas. Este planteamiento ha sido heredado en sus lineamientos esenciales por la moderna corriente evolucionista del pensamiento económico cuyos principales desarrollos se refieren al análisis de los procesos de cambio tecnológico.

En la perspectiva evolucionista<sup>46</sup> se toma como punto de partida la idea de que la tecnología es, en esencia, un conjunto de conocimientos expuestos y tácitos que residen

---

<sup>41</sup> *Ibidem*, pág. 77. Nótese que, contra la idea muy extendida de que para él sólo fue relevante la innovación radical, en el planteamiento de Schumpeter, se acoge la principal expresión de la innovación incremental en los productos; es decir, la obtención de nuevas calidades.

<sup>42</sup> Para Schumpeter la innovación organizativa se especifica en el tránsito de las estructuras de mercado desde las formas de competencia dispersa hacia el monopolio y viceversa. Vid. *ibidem*, pág. 77.

<sup>43</sup> *Ibidem*, pág. 84.

<sup>44</sup> *Ibidem*, págs. 84 y 85.

<sup>45</sup> *Ibidem*, págs. 98 y 102–103.

<sup>46</sup> La raíz de este enfoque hay que buscarla en Nelson y Winter (1982) y su idea de que la innovación tecnológica es el resultado de la búsqueda de soluciones a los problemas de la producción, partiendo de una determinada base de conocimiento y desarrollando un proceso de aprendizaje. Un desarrollo sistemático de las implicaciones de esta idea seminal, es el que expone Dosi (1988). El lector interesado

en las organizaciones que participan en su creación y utilización. La aprehensión de tales conocimientos sólo es posible a través del aprendizaje que proporciona el estudio —lo que da importancia a la I+D, el diseño y la ingeniería— y la experiencia —lo que remite a la producción—. Las fuentes de las que se nutre el aprendizaje pueden ser internas o externas a las empresas, organizándose las primeras en torno a departamentos o laboratorios especializados en las funciones creativas de naturaleza técnica —como pueden ser los de I+D, ingeniería o diseño— y las segundas alrededor del ejercicio de prácticas contractuales de relación con otros agentes —como la adquisición de bienes de equipo, la obtención de licencias de explotación de la propiedad industrial o intelectual, la compra de asesoramiento o asistencia técnica— o de prácticas de cooperación formal e informal con los mismos —como pueden ser el desarrollo de proyectos de investigación cooperativa, las redes de intercambio de información o la circulación de documentación científica y técnica—, dando lugar a procesos de transferencia de conocimientos. Sin embargo, el hecho de que el aprendizaje —y las innovaciones que de él se derivan— se organice con semejante complejidad y variedad de elementos, no concede a todos ellos la misma relevancia. Ello se observa de manera empírica, a partir de los resultados obtenidos en las *encuestas sobre innovación*<sup>47</sup>, en los datos que, para el caso español, se recogen en el gráfico 1. Y, de este modo, pueden comprobarse los siguientes extremos:

- ❑ En primer lugar, desde la perspectiva del gasto en el sostenimiento de las actividades de obtención de conocimientos, los recursos se distribuyen aproximadamente por mitades entre las fuentes internas y externas, destacando entre las primeras la I+D y entre las segundas la adquisición de bienes de equipo<sup>48</sup>.
- ❑ Sin embargo, en los resultados de ese gasto, se comprueba que la mayor parte de las innovaciones de proceso y, sobre todo, de producto que efectivamente se introducen en las empresas, tienen un origen interno. Y se constata que la procedencia externa, aunque minoritaria, es la segunda en importancia, atribuyéndose a la cooperación con otros agentes un papel más bien menor.
- ❑ Esto último no debe sorprender si se tiene en cuenta que la proporción de empresas innovadoras que desarrollan acciones de cooperación con otros agentes, es mínima<sup>49</sup>, lo que se explica por el hecho de que tales acciones requieren el previo desarrollo de unas

---

en un balance de los desarrollos teóricos y empíricos del evolucionismo, puede acudir a los trabajos de Arena y Lazaric (2003) y de Dosi y Winter (2003).

<sup>47</sup> Las *Encuestas sobre innovación tecnológica en las empresas* son un instrumento estadístico genuinamente atribuible al enfoque evolucionista. Han empezado a realizarse de manera sistemática en los países europeos durante la década de 1990, inicialmente circunscritas al sector manufacturero y, en la actualidad, al conjunto de los sectores mercantiles, excepto la agricultura. Acerca de sus contenidos y metodología, especificados en el caso español, puede verse Buesa y Navarro (2001) y Buesa, Navarro y Heijs (2007).

<sup>48</sup> Rosenberg (1979) es, seguramente, el autor que mejor ha analizado el “papel crucial (del sector de bienes de equipo) en el proceso de innovación tecnológica” (pág. 159), principalmente por su versatilidad para favorecer la “transferencia tecnológica entre industrias” (pág. 171).

<sup>49</sup> No se oculta que, en España, la participación de las empresas innovadoras en actividades de cooperación es notoriamente inferior a la que se desprende de los datos disponibles para los países de la Unión Europea. Vid. para un análisis comparativo entre España y la UE, el trabajo de Navarro (2002). Asimismo, en Baumert y Martínez Pelletero (2007) se analiza el perfil de la cooperación de las empresas españolas en innovación. Y en Heijs y Buesa (2007), capítulos 4 a 6, se evalúan las políticas de incentivos a la cooperación en España.

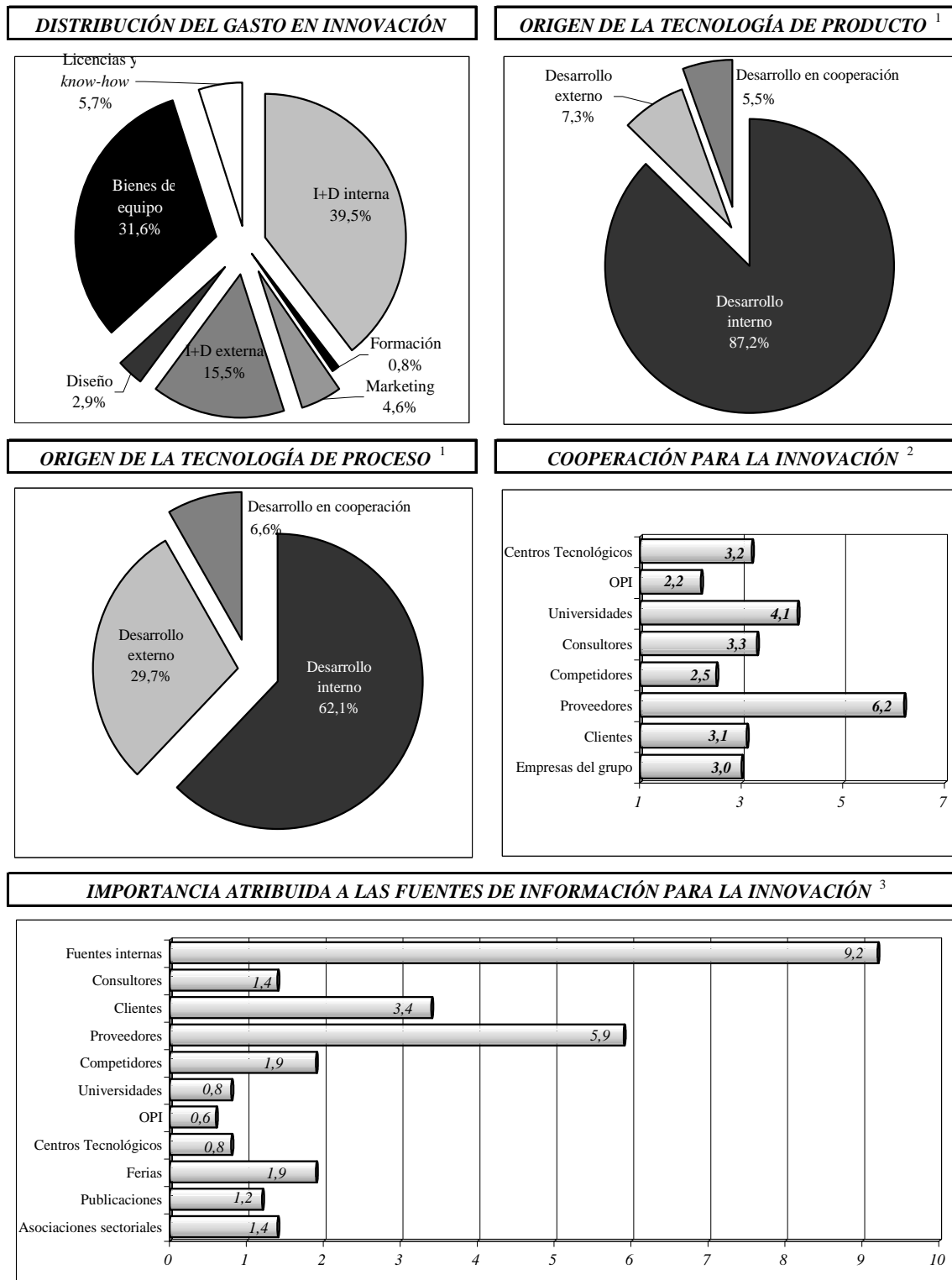


amplias capacidades de aprendizaje y de gestión de la innovación, lo que sólo está al alcance de unas pocas de aquellas<sup>50</sup>.

---

<sup>50</sup> Vid. Cohen y Levinthal (1989 y 1990), para una argumentación teórica. En Bayona, García y Huerta (1999) se corrobora empíricamente esta idea para las empresas innovadoras españolas.

Gráfico 1. Indicadores sobre las fuentes del conocimiento tecnológico en las empresas innovadoras españolas (Año 2007)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

<sup>1</sup> Porcentajes sobre el total de empresas innovadoras de producto o de proceso. <sup>2</sup> Porcentajes sobre el total de empresas innovadoras. <sup>3</sup> Porcentaje de las empresas innovadoras que consideran cada fuente como muy importante (Datos de 2000).

- Y a todo ello se añade que la valoración que las empresas hacen de las fuentes de las ideas para la innovación, enfatizan en el ámbito interno a ellas y dan menos relieve a las de naturaleza externa. Entre éstas, son los proveedores, principalmente de equipos, los mejor ponderados; y las instituciones científicas, las que menor reconocimiento obtienen<sup>51</sup>.

**Cuadro 1: Indicadores globales de la innovación por sectores en España, 2007**

<i>Indicadores</i>	<i>Agricultura</i>	<i>Industria</i>	<i>Construcción</i>	<i>Servicios</i>	<i>Total</i>
% de empresas innovadoras en el sector <sup>1</sup>	18,5	37,8	20,2	23,5	25,9
% de empresas que realizan I+D	2,9	14,2	2,4	4,2	6,2
Intensidad en innovación <sup>2</sup>	3,9	2,0	0,9	2,0	1,9
Intensidad en I+D <sup>3</sup>	2,3	1,1	0,6	1,0	1,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.

<sup>1</sup> Empresas de diez o más trabajadores.

<sup>2</sup> Gasto en innovación con relación a la cifra de negocios de las empresas innovadoras.

<sup>3</sup> Gasto en I+D interna y externa con relación a la cifra de negocios de las empresas innovadoras.

Por otra parte, debido a la multiplicidad de las fuentes del aprendizaje, las oportunidades del desarrollo tecnológico difieren muy sensiblemente de unas industrias a otras. Esas oportunidades, que pueden resultar cambiantes a lo largo del tiempo, dependen del estado o nivel de la ciencia y la técnica relevantes para cada caso, del ritmo en el que se desplace en cada campo la frontera del saber, del grado de dificultad que, para el aprendizaje, poseen las tecnologías de cada rama industrial o de servicios, de la aptitud innovadora de las empresas, de la presión de la competencia entre ellas y, finalmente, de factores aleatorios que hacen que descubrimientos casuales abran ventanas de oportunidad para nuevos desarrollos<sup>52</sup>. Ello tiene un reflejo inmediato en los principales indicadores sobre la innovación, tal como, de una manera agregada, puede comprobarse en el cuadro 1. Así, se aprecia que la frecuencia de empresas innovadoras es bastante superior en la industria que en la agricultura, la construcción o los servicios; que esa diferencia se acentúa en cuanto a la realización de actividades formalizadas y permanentes de investigación tecnológica, y que todo ello se plasma en una sensible desigualdad en cuanto al esfuerzo de asignación de recursos que, en cada caso, se realiza para sostener los procesos de creación de conocimiento.

El output del proceso de aprendizaje tecnológico —el conocimiento—, en la medida en que se configura a partir de elementos de información susceptibles de ser codificados en un lenguaje asequible a otros agentes que no han participado en su producción —a los que se añade un componente de carácter tácito o implícito no codificable— adquiere la naturaleza de un bien público. Ésta implica que su transmisión no tiene costes o que éstos son muy inferiores a los de su producción, lo que hace que los imitadores de la innovación puedan entrar en el mercado correspondiente en mejores condiciones que los

<sup>51</sup> En Acosta y Coronado (2002) se estudia este último aspecto a partir de la cita de referencias científicas en las patentes españolas, llegándose a la conclusión de que el conocimiento científico sustenta la innovación en una proporción muy inferior —alrededor de un tercio— a la que se constata para el conocimiento tecnológico propio de las empresas —en torno a dos tercios—.

<sup>52</sup> Una interesante y muy ilustrativa colección de ejemplos históricos del papel de la casualidad en los descubrimientos, tanto en el campo de la ciencia como en el de la tecnología, se recoge en Roberts (1992).

innovadores. Este fallo del mercado haría que, de no mediar algún procedimiento favorecedor de la apropiación de la tecnología por quien la ha obtenido originalmente, los incentivos a la innovación desaparecerían. De ahí que sean relevantes las instituciones y las estrategias empresariales que reservan los frutos del progreso técnico a sus creadores. Entre esas instituciones, las más destacadas son las que establecen una reserva de derechos de propiedad industrial a los innovadores —por ejemplo, mediante el derecho de patentes o la regulación de las marcas comerciales— o también de derechos de propiedad intelectual a los creadores —como los derechos de autor, la protección del diseño de los microprocesadores o los certificados de obtención vegetal—, así como las que protegen la obligatoriedad de los pactos contractuales referidos al sostenimiento de secretos industriales. Y entre las estrategias empresariales se pueden mencionar las que aluden al sostenimiento del liderazgo en el lanzamiento de productos al mercado, la regularidad y la experiencia innovadora o la acreditación del prestigio comercial. La capacidad para garantizar la apropiación de cualquiera de los procedimientos aludidos es limitada, pudiéndose constatar que, por lo general, los primeros son menos efectivos que los segundos, lo que conduce a que los innovadores deban recurrir a una combinación de varios de ellos<sup>53</sup>.

En el caso español, los resultados de la *Encuesta sobre innovación* que muestra el cuadro 2 no dejan lugar a dudas acerca del escaso número de empresas que declaran proteger sus conocimientos para apropiárselos, pues sólo una de cada cinco utiliza alguno de los métodos aludidos<sup>54</sup>. La frecuencia es más elevada en la industria, llegándose a más de un tercio, lo que seguramente se debe a que algunos de esos métodos se adaptan mejor al carácter material de sus productos. Y se reduce notablemente en el caso de los servicios y también en la construcción y la agricultura. Ello encuentra su explicación en tres razones principales: la primera es que una buena parte de las empresas innovadoras son meros adquirentes de tecnologías externas, lo que hace imposible el uso de los procedimientos basados en las instituciones protectoras de la propiedad industrial o intelectual; la segunda, que la mayor parte de las empresas que desarrollan nuevos productos realizan sobre todo innovaciones incrementales o imitativas que no pueden ser reclamadas como originales y, por tanto, son de difícil apropiación por aquellas; y la tercera, que entre las empresas españolas, incluso las innovadoras, es aún muy deficiente la gestión de la innovación. Por otra parte, excepción hecha de las marcas, los métodos estratégicos son utilizados por las empresas con una frecuencia similar a las patentes y marcas; y, entre ellos, son los alusivos al secreto industrial o comercial los que adquieren un relieve mayor.

Desde una perspectiva valorativa de la capacidad de cada uno de los procedimientos aludidos para proteger efectivamente las innovaciones, las empresas españolas suelen enfatizar más en las marcas comerciales que en cualquier otro, dando un papel más secundario a los secretos industriales o al reconocimiento de los derechos de propiedad industrial e intelectual. Teniendo en cuenta el carácter acumulativo de los procesos de aprendizaje, la variedad de las fuentes de las que éste se nutre, la desigualdad de las

<sup>53</sup> Tal es el principal hallazgo de Levin *et al* (1987) a partir de los resultados de una encuesta entre 650 directivos empresariales de 130 industrias en Estados Unidos.

<sup>54</sup> La afirmación se basa en la *Encuesta* correspondiente a 2002 por ser la última publicada que proporciona datos agregados al respecto. Lo mismo ocurre con la información sobre los procedimientos estratégicos de apropiación y su valoración cualitativa, aspectos éstos que se mencionan más adelante.

oportunidades tecnológicas y la multiplicidad de las formas de protección de las innovaciones hacen que las formas organizativas de la innovación difieran de unos sectores a otros o de unos tipos de empresas a otras. Son varios los caminos emprendidos para establecer categorías susceptibles de reflejar tal diversidad. El primero y, seguramente, el más notorio, es el que propuso Keith Pavitt a partir del análisis de una colección de casos referidos a unas 2000 innovaciones significativas —y a las empresas que las desarrollaron— introducidas en la economía británica entre 1945 y 1979. Su propuesta de una *taxonomía de patrones sectoriales de cambio tecnológico* se basaba en la identificación de la trayectoria tecnológica dominante en las empresas de cada sector a partir de tres elementos: las fuentes de la tecnología, las necesidades de los clientes o usuarios de los productos y las formas de apropiación de los avances en el conocimiento<sup>55</sup>.

Esa propuesta, que se resume en el cuadro 3, se concreta en cuatro tipos de sectores:

- El primero recoge a las empresas cuya innovación se basa en la oferta de sus proveedores, muy especialmente de los que les proporcionan bienes de equipo, materiales o componentes, así como servicios de asesoramiento tecnológico —como ocurre con las agencias de extensión agraria—. Estas empresas se adscriben a sectores de tipo tradicional, a la agricultura, la construcción o los servicios de mercado; y apenas contribuyen a generar el conocimiento en el que se fundamente la innovación. Su trayectoria tecnológica se orienta a reducir los costes de producción para poder competir en unos mercados en los que los principales clientes son muy sensibles a los precios.

**Cuadro 2: Formas de protección de la innovación en las empresas españolas, 2007** (Porcentajes sobre el total de empresas innovadoras)

Métodos de protección	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	Total
Patentes	2,1	9,4	3,5	0,4	5,8
Modelos de utilidad	2,6	8,7	3,6	0,4	5,6
Marcas	12,9	16,9	8,9	1,6	14,8
Derechos de autor	1,2	1,4	1,4	0,1	1,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.

- El segundo se refiere a los sectores que explotan las economías de escala, tales como los que producen materiales por medio de procesos continuos o los que ofertan bienes de consumo duradero y vehículos. Su tecnología se nutre de fuentes externas —como los proveedores de bienes de equipo— e internas, principalmente de los departamentos de investigación e ingeniería. Hay, por tanto, una aportación propia de conocimientos y ello hace que los métodos de apropiación sean complejos. Debido a que se enfrentan a una demanda elástica a los precios que toma también en consideración las variedades ofertadas, su trayectoria tecnológica se orienta a perfeccionar los procesos productivos para mejorar su rendimiento, reduciendo costes, y fiabilidad, así como a la diferenciación de los productos actuando sobre su diseño.

<sup>55</sup> Vid. Pavitt (1984a) y (1984b).

- El tercero recoge a las empresas que actúan como suministradores especializados de otros sectores, esencialmente a los fabricantes de equipos e instrumentos. En este caso los demandantes buscan productos adaptados a sus necesidades específicas que incorporen una tecnología eficaz para la producción a la que se aplica. Por ello, partiendo de un importante esfuerzo de diseño, así de la comunicación y experimentación con los usuarios, la trayectoria tecnológica se orienta a la obtención de productos diferenciados.
- Y el cuarto alude a las empresas que producen bienes en los que se incorpora el conocimiento científico, como las que operan en sectores como la maquinaria eléctrica y electrónica o la industria química. En este caso, son los descubrimientos científicos, adaptados y desarrollados en el mundo industrial, los que determinan una trayectoria tecnológica que, según los casos, puede orientarse a la reducción de costes para extender el mercado a un creciente número de usuarios sensibles al precio, o bien al diseño de productos de nuevas variedades que hacen emerger también nuevos mercados.

Otra propuesta destinada a representar la diversidad productivo–tecnológica es la que, desarrollando algunas de las ideas de Nelson y Winter, ha sido expuesta por Malerba y Orsenigo con relación a la delimitación de los *regímenes tecnológicos* schumpeterianos<sup>56</sup>. Éstos se conciben como modelos concretos de organización de la actividad tecnológica que reflejan las características sectoriales de la tecnología —como son la oportunidad, la apropiabilidad, las bases del conocimiento y la acumulatividad— y que se expresan a partir de variables como la concentración de las innovaciones, la rotación de los agentes innovadores, la estabilidad en la jerarquía de los innovadores y su distribución por tamaños. Partiendo de la información que proporcionan las bases de datos sobre patentes para varios países<sup>57</sup>, estos autores proponen una tipología sectorial en la que caben dos tipos regímenes, existiendo también un conjunto de sectores no claramente adscritos a ellos (véase el cuadro 4):

Por una parte, el *régimen Schumpeter I* o de los *emprendedores*, designado así por identificarlo con la descripción de la innovación predominante en la obra de Schumpeter de 1911<sup>58</sup>. En él se recogen los sectores donde la concentración de las actividades innovadoras es baja, los innovadores son de tamaño pequeño, existe una gran

---

<sup>56</sup> Vid. Malerba y Orsenigo (1990), (1995) y (1996).

<sup>57</sup> Concretamente, en el cuadro 4 se recogen los resultados del análisis de seis países (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Estados Unidos y Japón). Las patentes y empresas examinadas son, respectivamente 133. 475 y 11. 476 en Estados Unidos, 108. 118 y 8. 495 en Alemania, 43. 986 y 5. 671 en Francia, 35. 175 y 6.055 en el Reino Unido, 15. 175 y 3. 803 en Italia y 81. 217 y 3. 990 en Japón. Vid. Malerba y Orsenigo (1996), pág. 454.

<sup>58</sup> La idea de que, en la obra de Schumpeter hay dos presentaciones diferentes de los procesos de la innovación, una más ligada al pequeño emprendedor —que se correspondería con la visión dominante en Schumpeter (1911)— y otra más bien unida al modo de actuación de los grandes empresas oligopolistas —que aparecería más bien en Schumpeter (1942)— ha sido ampliamente difundida a pesar de que, en mi opinión, resulta en exceso simplificada y no hace justicia a los contenidos de la primera de las obras citadas. Vid. sobre el tema, Freeman, Clark y Soete (1985), capítulo 2.

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

**Cuadro 3: Trayectorias tecnológicas sectoriales**

Tipo de sector	Sectores típicos	Determinantes de la trayectoria			Trayectorias Tecnológicas	Características medidas del sector			
		Fuentes de la tecnología	Tipo de usuarios	Métodos de apropiación		Origen de la tecnología	Orientación de la innovación	Tamaño de los innovadores	Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica
Dominado por los oferentes	Agricultura Construcción Servicios de mercado Industrias tradicionales	I+D de los proveedores Servicios de extensión Grandes usuarios	Sensible al precio	Marcas Publicidad Diseño	Reducción de costes	Oferentes	Procesos de producción	Pequeño	Baja–Vertical
Producción intensiva de escala	Materiales (vidrio, acero... ) Bienes de consumo duradero Automóvil	Oferentes de equipos I+D Dto. de ingeniería	Sensible al precio	Secreto del proceso y “know-how” Economía de aprendizaje	Reducción de costes y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción	Grande	Alta–Vertical
Suministra-dores especiali-zados	Maquinaria Instrumentos	Diseño y desarrollo por los usuarios	Sensible al resultado y Eficacia	Diseño “Know-how” Patentes Relación con los usuarios	Diseño de productos	Interna Clientes	Productos	Pequeño	Baja–Concéntrica
De base científica	Electrónica Material eléctrico Química	I+D Ciencia pública Dto. de ingeniería	Sensible al precio y al resultado	I+D “Know-how” Patentes Secreto del proceso Economía de aprendizaje	Reducción de costes y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción y Productos	Grande	Baja – Vertical o Alta – Concéntrica

Fuente: Pavitt (1984a)

turbulencia en cuanto a las empresas que entran y salen del conjunto de las innovadoras y, paralelamente, se registra una reducida estabilidad en cuanto a su presencia dentro de él. Ello se explica por la existencia de oportunidades tecnológicas aprovechables sin necesidad de un gran esfuerzo de investigación, así como por una relativa dificultad para lograr la apropiación de los resultados y una baja acumulatividad del conocimiento.

Y, por otra, el *régimen Schumpeter II* o de *innovación rutinaria*, al que se alude evocando la descripción de la innovación en las grandes empresas que aparece destacada en la obra de Schumpeter de 1942. En él se clasifican las ramas que exhiben una elevada concentración de las actividades innovadoras, un gran tamaño entre las empresas innovadoras, una gran estabilidad en la ordenación de éstas y, consecuentemente, una reducida turbulencia en la rotación de las firmas que entran o salen del conjunto de las innovadoras. Y ello responde a unas condiciones tecnológicas en las que los niveles de oportunidad, apropiabilidad y acumulatividad del conocimiento son altas y dan lugar a la existencia de ventajas para las empresas que primero han entrado en el correspondiente sector frente a sus potenciales competidores, generándose así fuertes barreras a la entrada.

**Cuadro 4: Regímenes tecnológicos sectoriales <sup>1</sup>**

<i>Régimen de Emprendedores (I)</i>	<i>Régimen Rutinario (II)</i>	<i>Sectores no adscritos <sup>2</sup></i>
Cuero y calzado	Gas, hidrocarburos y petróleo	Alimentos y tabaco
Muebles	Química orgánica	Minería
Agricultura	Compuestos macromoleculares	Química inorgánica
Química, Procesos físicos	Bioquímica e ingeniería	Nuevos materiales
Preparaciones médicas	biológica y genética	Adhesivos, revestimientos y resinas sintéticas
Procesos químicos para los alimentos y el tabaco	Aeronáutica	Compuestos químicos varios
Máquinas-herramienta	Tecnologías láser	Drogas
Automatización industrial	Óptica y fotografía	Fibras naturales y artificiales, Papel
Máquinas industriales y equipos	Ordenadores y proceso de datos	Tratamientos químicos de las fibras naturales o artificiales y el papel
Ferrocarriles y Embarcaciones	Otros equipos de oficina	Productos químicos para la agricultura
Aparatos para la manipulación de materiales	Componentes electrónicos	Metalurgia
Ingeniería civil e infraestructuras	Telecomunicaciones	Maquinaria agrícola
Ingeniería mecánica	Sistemas multimedia	Automóviles, motocicletas y otros vehículos terrestres
Tecnologías mecánicas y eléctricas	Armas y municiones	Aparatos y sistemas eléctricos
Aparatos eléctricos para el hogar	Tecnología nuclear	Electrónica de consumo
Sistemas de iluminación		
Instrumentos de medida y control		
Decoración y artes figurativas		
Otros		

Fuente: Malerba y Orsénigo (1996)

<sup>1</sup> Los sectores se definen como agregados de subclases de la Clasificación Internacional de Patentes

<sup>2</sup> Sectores para los que los resultados difieren entre países y no pueden ser adscritos inequívocamente a uno de los dos regímenes definidos en las otras columnas del cuadro.

Finalmente, una tercera vía de representación de la diversidad tecnológica, esta vez en el terreno estrictamente microeconómico, es la que busca establecer los *patrones de*



*innovación* en los que se sintetizan los comportamientos constitutivos de la estrategia tecnológica empresarial, teniendo en cuenta las bases del conocimiento, los recursos empleados para desarrollarlo, su orientación hacia los productos o los procesos, las relaciones de cooperación entre agentes y las modalidades de apropiación. Los estudios disponibles a este respecto han tenido en cuenta principalmente a las empresas españolas que hacen I+D y se han basado en encuestas sobre muestras relativamente limitadas de ellas<sup>59</sup>. Sus resultados, sin ser coincidentes, están bastante próximos entre sí. No obstante, los que considero más clarificadores son los obtenidos a partir del estudio de las empresas vascas que se muestran en el gráfico 2. Seis son los patrones de innovación que pueden identificarse de acuerdo con el referido estudio:

El primero corresponde a las *grandes empresas* que cuentan con importantes recursos destinados al sostenimiento de todo tipo de actividades innovadoras, entre las que ponen un especial énfasis en la I+D y la ingeniería. Esas actividades se orientan tanto al desarrollo de productos como a las tecnologías de proceso, e incluso a la asimilación de las aportaciones tecnológicas externas a la empresa. Su nivel de cooperación con otros agentes es superior al promedio; y también ponen un énfasis mayor que la media en todos los procedimientos de apropiación del conocimiento. El segundo agrupa a las *empresas medianas que se orientan hacia la innovación radical*. Estas empresas desarrollan con bastante intensidad actividades de I+D, diseño e ingeniería, aunque con un esfuerzo de asignación de recursos menor que las anteriores y, en todo caso, próximo al promedio del conjunto de las firmas innovadoras. Los objetivos cubiertos por esas actividades abarcan tanto las tecnologías de producto como las de proceso, buscando el desarrollo de una oferta que sea novedosa en el mercado en el que operan. La cooperación con otros agentes es para ellas importante. Y basan la apropiación de los resultados innovadores en el empleo de los diferentes instrumentos de la propiedad industrial, sin desdeñar las marcas o el secreto, aunque dándoles a ambos un énfasis menor.

En el tercero se inscriben las *empresas medianas que se orientan hacia la innovación incremental*. En este caso, las empresas son relativamente intensivas en I+D, pero no destacan en cuanto a la realización de otras actividades como el diseño o la ingeniería. El esfuerzo de asignación de recursos es cercano al promedio de las firmas innovadoras. Y también se ubica en ese término la importancia que se concede a las tecnologías de producto o de proceso hacia las que se orienta la innovación, siendo ésta fundamentalmente de naturaleza incremental. La cooperación, sobre todo con clientes y proveedores, es ahora de un relieve menor que en los tipos anteriores. Y, debido al carácter de las innovaciones obtenidas, es poco intenso el empleo de las diferentes modalidades de apropiación de los nuevos conocimientos.

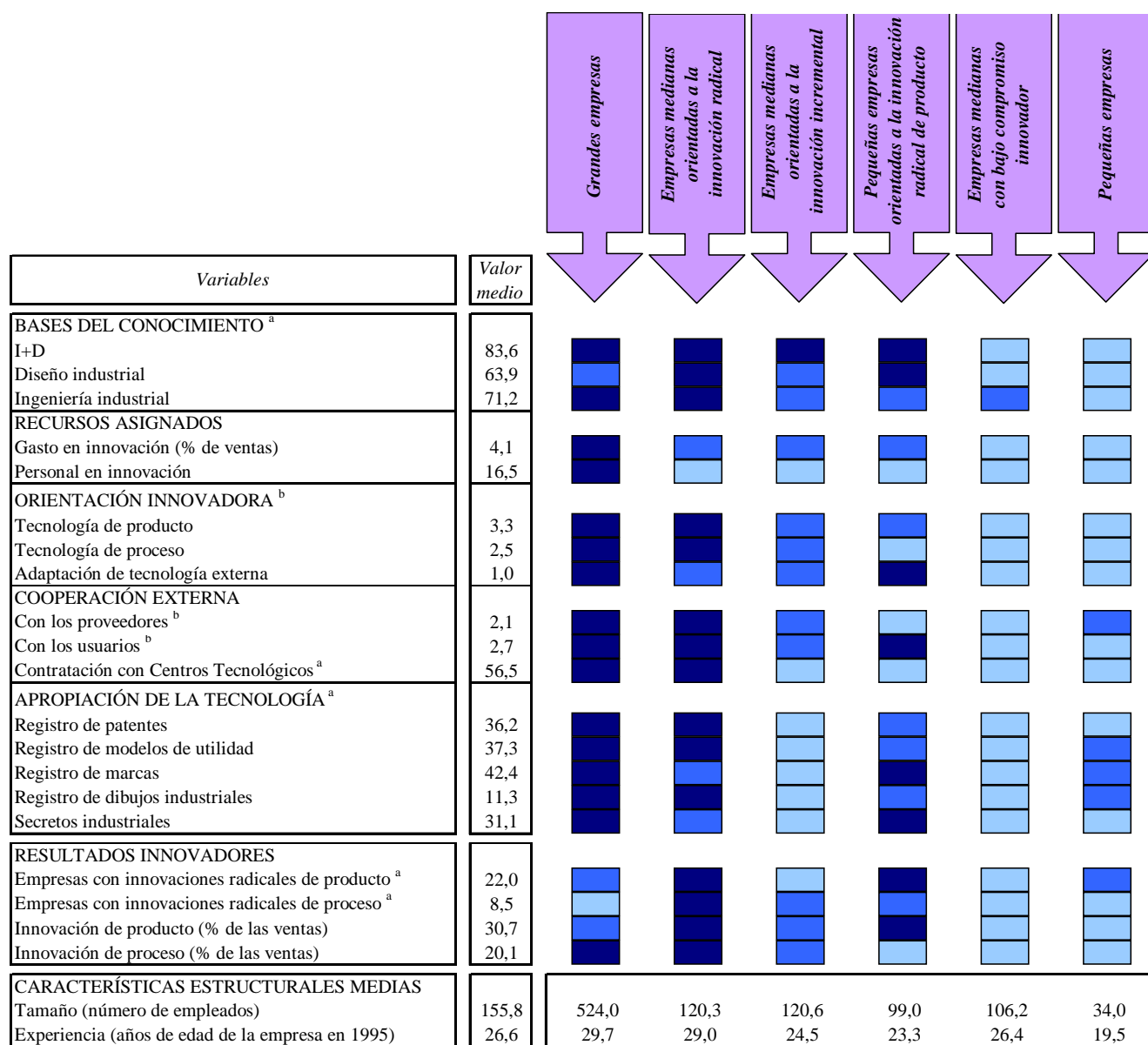
El cuarto recoge a las *empresas pequeñas que se orientan hacia la innovación radical de producto*. Se trata de empresas que, sin contar con un gran volumen absoluto de recursos, los utilizan intensivamente en las diferentes actividades innovadoras, en particular en la I+D y el diseño. Éstas se orientan al desarrollo de productos y a la asimilación de tecnologías externas, buscando el lanzamiento de una oferta novedosa

---

<sup>59</sup> Vid. Buesa y Molero (1992) y (1996), Buesa y Zubiaurre (1999), Zubiaurre (2000), Galende del Canto (2003) y Buesa (2008).

para el mercado. La cooperación es aquí poco relevante, excepto en la relación con los clientes. Y se utilizan con cierta intensidad las diferentes modalidades de apropiación de la tecnología, muy especialmente las marcas comerciales y los procedimientos destinados a mantener los secretos industriales.

**Gráfico 2: Tipología de los patrones de innovación en las empresas**



Fuente: Elaborado con datos de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza* a partir de los resultados obtenidos por Zubiaurre (2000).

<sup>a</sup> Porcentaje sobre el total de las empresas. <sup>b</sup> Índice de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5.

Leyenda: ■ Valor superior al promedio. ■ Valor similar al promedio. ■ Valor inferior al promedio.

El quinto aúna a las *empresas medianas con un bajo compromiso innovador*. Son empresas que destinan pocos recursos a la innovación y que desarrollan con un énfasis muy reducido las principales actividades en las que ésta se basa, excepto la ingeniería. Buscan indistintamente mejoras en los productos y procesos, pero no innovaciones

radicales. Apenas se adentran en el espacio de la cooperación con otros agentes y descartan el empleo de los principales procedimientos de apropiación de la tecnología.

Y el sexto integra a las *pequeñas empresas poco innovadoras* que, como las anteriores emplean recursos y desarrollan actividades de creación de conocimiento de una manera más bien incipiente. También en este caso se buscan mejoras en productos y procesos y se coopera poco con los demás agentes del sistema de innovación, excepto con los proveedores. Pero, en cambio, se da un cierto énfasis a la apropiación de la tecnología por medio de las marcas y el registro de modelos y diseños.

Trayectorias tecnológicas, regímenes tecnológicos y patrones de innovación no son nociones ajenas entre sí. Las tres se derivan de una misma matriz conceptual y reflejan diferentes niveles de abstracción y agregación en la aproximación a la descripción analítica del mundo real. De acuerdo con las propuestas teóricas de la corriente evolucionista, deudoras en esto de Nelson y Winter (1982), deberíamos esperar que la naturaleza específica de la tecnología de producto y de proceso que se emplea en la producción de cada una de las ramas industriales y de servicios—es decir, el régimen tecnológico—, determinara simultáneamente la trayectoria tecnológica dominante en aquellas —encaminando a sus empresas a acumular conocimientos para reducir los costes o ampliar las variedades de los productos ofertados— y su estructura de mercado —que se caracterizaría por una distribución específica de esas empresas por tamaños, un determinado nivel de concentración y un concreto grado de rivalidad competitiva entre ellas—; y que estos dos elementos —trayectoria tecnológica y estructura de mercado— fueran, a su vez, los factores explicativos fundamentales de los patrones de innovación en los que se concreta la estrategia tecnológica en el nivel microeconómico. Sin embargo, esta hipótesis está lejos de poder ser verificada desde un punto de vista empírico, pues los requerimientos de información que se necesitarían para ello se encuentran por el momento fuera del alcance de las fuentes estadísticas disponibles.

### 3. El análisis de los sistemas nacionales (regionales) de innovación

Los elementos conceptuales que se han expuesto en las páginas precedentes permiten destacar tres ideas que entiendo esenciales para la comprensión de los fenómenos tecnológicos y de la innovación dentro del marco de la economía. La primera es que la tecnología sólo adquiere existencia real en la producción. La tecnología no es exógena sino endógena al sistema económico y reside dentro de las actividades productivas. Por ello, son las empresas —y no los científicos o los investigadores— los agentes esenciales de la innovación. La segunda se refiere a que la tecnología —definida como conocimiento— es el fruto de unos procesos de aprendizaje complejos en los que participan e interactúan los agentes económicos —productores y consumidores— y las organizaciones científicas; y que, a su vez, aparecen encauzados y estimulados —o, en su caso, dificultados— por la competencia, las instituciones y las políticas destinadas a corregir los fallos de mercado a los que está sujeta la asignación de recursos a la innovación. Y la tercera alude a que, lejos de la homogeneidad, esos fenómenos se

reflejan bajo una importante variedad en cuanto a las formas que adopta el comportamiento de los agentes innovadores.

**Cuadro 5: Esquema descriptivo de los Sistemas Nacionales (Regionales) de Innovación**



Fuente: Elaboración propia a partir de Heijis (2001)

Más allá de las aproximaciones microeconómicas al análisis de la innovación, estas tres ideas se encuentran también presentes en el estudio de los sistemas nacionales (regionales) de innovación, cuyo enfoque, también producto de la escuela evolucionista, trata de aprehender aquél fenómeno con una perspectiva global de la economía y la

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

sociedad. Un sistema nacional de innovación puede definirse como el conjunto de las organizaciones de naturaleza institucional y empresarial que, dentro del territorio correspondiente, interactúan entre sí con objeto de asignar recursos a la realización de actividades orientadas a la generación y difusión de los conocimientos sobre los que se soportan las innovaciones —principalmente tecnológicas— que constituyen, en el sentido schumpeteriano, el fundamento del desarrollo económico<sup>60</sup>.

Entre esas organizaciones se cuentan, por un lado, las que directamente se implican en la obtención del conocimiento —como los Organismos Públicos de Investigación (OPI), las Universidades y las empresas innovadoras que asumen las funciones de I+D, diseño industrial e ingeniería con la finalidad de obtener resultados en los terrenos científico y tecnológico, así como en su aplicación productiva— y, por otro, las que facilitan, mediante la provisión de servicios, la interacción de las primeras para favorecer los intercambios de información y la cooperación entre ellas —como son los centros y parques tecnológicos, las fundaciones universitarias o las agencias de fomento regional— y las que encauzan los recursos financieros hacia los proyectos de investigación o de inversión empresarial innovadora —como los gobiernos, a través de la política científica y tecnológica, o las entidades de capital-riesgo—. Entre todas ellas, desde la perspectiva del análisis económico, debe destacarse a las empresas innovadoras, pues son las que aseguran la imbricación del sistema de innovación en el sistema productivo y, de este modo, posibilitan el empleo de los nuevos conocimientos para la obtención, de una forma cada vez más eficiente, de bienes y servicios.

Desde una perspectiva empírica<sup>61</sup>, el análisis de los sistemas de innovación puede estructurarse en torno a los cuatro elementos siguientes (véase el cuadro 5): En primer lugar, el que hace referencia al entorno económico y productivo en el que se inscriben las organizaciones del sistema. Las variables fundamentales de ese entorno son las que se refieren al tamaño del mercado y al nivel de desarrollo relativo del país o región —que determinan las posibilidades de asignación de recursos a la creación de conocimientos—, así como a la estructura de las actividades de producción —pues al ser en éstas donde las tecnologías adquieren su realidad material, su configuración establece los límites del desarrollo tecnológico—. En segundo término, el que se adentra en las actividades de investigación científica realizadas por los OPI y las Universidades. Unas actividades que posibilitan el progreso del conocimiento abstracto y, partiendo de él, la mejora de la formación y cualificación de la fuerza de trabajo, así como la resolución de los problemas concretos asociados a la producción. En tercer lugar, el que alude a las empresas innovadoras y a su papel en el desarrollo tecnológico, tanto desde la perspectiva de la creación de las tecnologías que se emplean en los procesos de producción, como desde la de su adopción y difusión. Y, finalmente, el que concierne a

---

<sup>60</sup> El concepto de sistema nacional de innovación aparece en la obra seminal de Freeman (1987) y ha adquirido un notable desarrollo en la última década. Los principales trabajos conceptuales sobre el tema se recogen en Lundvall (1992), Nelson (1993), Edquist (1997), OECD (1999) y Freeman (2004), así como, para una perspectiva regional, en Braczyck, Cooke y Heidenreich (1996) y Koschaatzky, Kulicke y Zenker (2000). En Heijs (2001), Navarro (2002a) y Martínez Pellitero (2002) se efectúa una excelente revisión crítica de esta literatura. Vid. También los ensayos de Heijs, Buesa y Baumert (2007), y Asheim (2007).

<sup>61</sup> Vid. para un planteamiento general, Heijs (2001), en el que se inspira, con variaciones, el esquema que se presenta en el cuadro 5.

las políticas que corrigen los fallos de mercado que afectan a la asignación de recursos a las actividades de creación de conocimiento —lo que implica la utilización de instrumentos financieros para complementar el esfuerzo privado correspondiente—, y a las que sostienen las instituciones que favorecen la apropiación de los resultados de la innovación o que coadyuvan a la interrelación y cooperación entre las organizaciones y agentes del sistema de innovación.

Como puede apreciarse, el enfoque que preside el análisis de los sistemas de innovación es de carácter holístico, da entrada a aportaciones de naturaleza interdisciplinar, subraya la importancia de las instituciones y de las regulaciones, y enfatiza en las interacciones que se producen entre todos sus elementos. Por ello, desde la perspectiva de la economía, se aparta del enfoque neoclásico al no buscar la formación de un equilibrio estático, sino más bien postular la existencia de un devenir, de una trayectoria histórica de cambio en las formas y resultados de la asignación de recursos.

Sin embargo, este apartamiento del enfoque neoclásico de la economía no valida cualquier tipo de asignación de recursos inspirada o basada en las ideas evolucionistas. En particular, éstas, en especial las que aluden a las formas de interdependencia entre los agentes empresariales e institucionales como elementos esenciales para el aprendizaje tecnológico, han dado lugar a numerosas propuestas de política científica y tecnológica basadas en la creación de instituciones o estructuras de naturaleza pública o privada orientadas a canalizar esa interacción. Tales arreglos institucionales han sido evaluados en pocas ocasiones con resultados poco robustos, lo que ha de ser tenido en cuenta al asignar recursos públicos a las políticas de innovación. En contraste con esta ambigüedad, las políticas de corte neoclásico —incentivos fiscales y financieros a proyectos de I+D, financiación pública de la investigación científica o regulación de los derechos de propiedad industrial e intelectual— han sido repetidamente analizadas con resultados en general positivos que avalan su continuidad.

En los últimos años, en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero (IAIF) de la Universidad Complutense hemos desarrollado un amplio programa de investigación sobre los sistemas regionales de innovación en la Unión Europea y, en particular, en España. Los principales resultados que hemos obtenido señalan, en primer lugar que el enfoque teórico antes resumido constituye una buena base para el análisis regional en una perspectiva empírica. Dicho análisis, cuando se emplean técnicas estadísticas multivariantes como el análisis factorial, permite integrar una gran cantidad de variables dentro de unos pocos factores y, de esta manera, reflejar tanto la complejidad de los sistemas de innovación como su diversidad. Ésta se expresa principalmente a través de las desigualdades interregionales en cuanto a la estructura productiva, la aportación de recursos para la creación de conocimientos y la configuración institucional. Y, como resultado de lo anterior, se constata una gran heterogeneidad en la capacidad innovadora de las regiones —medida por sus resultados en la creación de conocimientos aplicables a la producción—, así como en los niveles de eficiencia con los que se asignan los recursos<sup>62</sup>.

---

<sup>62</sup> Vid. Buesa, Martínez Pellitero, Heijs y Baumert (2002), Buesa, Heijs y Martínez Pellitero (2002), Buesa, Heijs, Baumert y Martínez Pellitero (2003), Martínez Pellitero y Baumert (2003), Buesa, Heijs, Baumert y González Gómez (2005), Buesa, Heijs, Martínez pelletero y Baumert (2006), Buesa, Martínez Pellitero, Baumert y Heijs (2007) y Buesa y Heijs (Coordinadores) (2007).

Merece la pena detenerse en estos dos últimos aspectos. Comenzando por el primero, la capacidad de los distintos sistemas para generar innovaciones puede identificarse, desde una perspectiva empírica, con la de obtención de patentes, pues éstas constituyen un indicador apropiado del conocimiento que es susceptible de valoración económica a través de las actividades de producción, tal como ha demostrado Griliches<sup>63</sup>. Y, por tanto, la estimación de una función explicativa de la producción de patentes proporciona la aproximación necesaria a la especificación de los factores que determinan aquella capacidad de innovación. El punto de partida a este respecto es la ecuación de producción de ideas o conocimientos valorables económicamente formulada por Griliches (1979), en la que éstos  $[K]$  dependen de los recursos que se destinan a la investigación  $[R]$ ; es decir:

$$K = f(R)$$

Este modelo sencillo puede ser complementado a partir de las propuestas desarrolladas por Romer (1990) —que incluye en la función precedente no sólo los recursos destinados a I+D sino también el stock acumulado de conocimientos previos obtenidos en el país—, Porter y Stern (1999) —quienes añaden a los dos factores precedentes el stock de conocimientos obtenidos en otras naciones— o Bania, Calkinns y Dalemberg (1992) —quienes incluyen factores específicamente regionales—, de manera que los conocimientos valorables económicamente estarían determinados por los recursos asignados a su producción y por un vector de factores adicionales relevantes  $[Z]$ , expresivos de la configuración del sistema de innovación  $[r]$ :

$$K_r = f(R_{r,t} Z_{r,t})$$

En el trabajo que hemos desarrollado en el IAIF con respecto a la capacidad innovadora de las regiones europeas y españolas, el modelo precedente se ha especificado<sup>64</sup> a partir de los factores en los que se sintetizan las variables descriptivas de los correspondientes sistemas de innovación, de manera que:

$$P_{r,t} = \alpha + \beta_E E_{r,t} + \beta_A A_{r,t} + \beta_U U_{r,t} + \beta_I I_{r,t}$$

donde  $P$  designa las patentes y  $E, A, U$  e  $I$  son, respectivamente los factores que integran las variables alusivas al entorno productivo regional, la actividad de las Administraciones Públicas, la de las Universidades y la de las empresas innovadoras de cada región  $r$  y cada observación temporal  $t$ .

<sup>63</sup> Vid. Griliches (1990). Asimismo, la argumentación sobre el valor de las patentes como indicador de los conocimientos tecnológicos producidos en una economía, puede verse en Basberg (1987), Trajtenberg (1990) y Patel y Pavit (1994).

<sup>64</sup> Vid. Buesa, Baumert, Heijs y Martínez Pellitero (2002). En este trabajo se efectúa también una revisión de los resultados obtenidos en otros trabajos referidos a las regiones españolas, como los de Gumbau (1996) y García Quevedo (1999). Una versión más reciente de los modelos estimados en este último, se expone en García Quevedo (2002).

La estimación de este modelo a partir de observaciones referidas a las regiones españolas durante el período 1994–2000 por mínimos cuadrados ordinarios siguiendo el procedimiento de pasos sucesivos —que maximiza la ortogonalidad entre las variables y reduce así los eventuales problemas de multicolinealidad a niveles estadísticamente insignificantes—, da como resultado el que se expone en el cuadro 6. En función de él, se puede destacar lo siguiente:

□ En primer lugar, se comprueba que los cuatro factores que describen el conjunto de las variables expresivas del sistema regional de innovación, son estadísticamente significativos y presentan un signo positivo. Ello puede interpretarse como prueba de la bondad de la aproximación evolucionista al propugnar que en la creación de los conocimientos tecnológicos no sólo cuenta la asignación de recursos a las actividades de I+D o de innovación, sino la articulación de unos procesos de aprendizaje en los que interactúan los diferentes agentes que se integran en dicho sistema y que se ven favorecidos por su configuración institucional.

□ Por otra parte, se destaca que no todos los elementos del sistema de innovación influyen de la misma forma en la obtención de los conocimientos que se aplican a la producción. Más concretamente, los coeficientes estandarizados BETA —que permiten comparar el tamaño de los efectos que, sobre la capacidad de innovación regional, se derivan de cada factor<sup>65</sup>— señalan que el *entorno productivo regional* es el factor que más relieve adquiere en el modelo.

**Cuadro 6: Modelo explicativo de la capacidad innovadora de las regiones españolas**

[Variable dependiente: Suma ponderada de patentes]

<i>Variables factoriales</i>	<i>Coeficientes no estandarizados</i>	<i>Coeficientes estandarizados</i>	<i>Contrastes paramétricos</i>	
	$\beta$	BETA	<i>t</i>	<i>Significación</i>
Constante	201,51		28,428	0,000
ENTORNO PRODUCTIVO	267,46	0,874	37,510	0,000
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	106,29	0,347	14,907	0,000
EMPRESAS INNOVADORAS	68,36	0,223	9,587	0,000
UNIVERSIDADES	45,10	0,147	6,326	0,000
<i>Pro memoria:</i> R = 0,978 / R <sup>2</sup> = 0,957 / Durbin Watson*: 2,02				

\* Valores obtenidos tras aleatorizar los residuos.

Fuente: Tomado de Buesa, Heijs, Martínez pelletero y Baumert (2006)

Ello significa que, en la obtención de innovaciones tecnológicas, ejerce una influencia decisiva el tamaño y composición de la estructura productiva —lo que es coherente con la idea teórica de que el aprendizaje tecnológico se incardina en las empresas y se

<sup>65</sup> Los coeficientes BETA representan la elasticidad entre la variable dependiente y la correspondiente variable explicativa. Más concretamente señalan el incremento de la variable dependiente (Patentes regionales) en términos de desviaciones típicas, que se produce cuando, *ceteris paribus*, aumenta una unidad la desviación típica de las variables independientes (los factores expresivos del sistema de innovación).

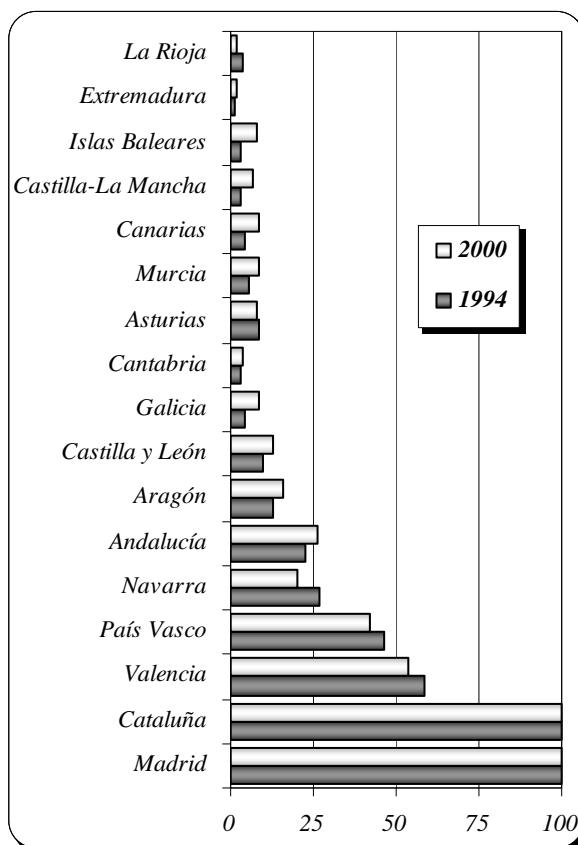


## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

orienta desde los problemas que emergen de la producción—, así como otros elementos que se expresan en la dimensión del mercado.

- Adicionalmente a lo anterior, aunque, por su elasticidad, figure en la tercera posición, debe mencionarse el papel específico de las *empresas innovadoras*, factor éste en el que se resumen las variables que señalan el esfuerzo de asignación de recursos a la innovación que realizan esos agentes, así como las que aluden a los servicios de apoyo a los innovadores. Ese papel vuelve a poner de relieve la estrecha vinculación entre el aprendizaje tecnológico y la producción, esta vez especificada en el segmento del sistema productivo que mejor refleja la idea schumpeteriana de los empresarios innovadores.
- Digamos también que el *papel de las Administraciones Públicas* en tanto que productoras de conocimientos, principalmente de naturaleza científica y, en buena medida, dentro de las disciplinas que sirven de base al conocimiento productivo<sup>66</sup>, es relevante, aunque menor que el señalado para el factor de entorno.

**Gráfico 3: Niveles de eficiencia relativa de Los Sistemas Regionales de Innovación en España (1994–2000)**



Fuente: Buesa, Martínez Pellitero, Baumert y Heijls (2007)

<sup>66</sup> Así, durante la última década, entre cuatro quintos y dos tercios de los recursos utilizados en los OPI se han destinado a las áreas de conocimiento que se integran en los campos de la ingeniería y tecnología, biomedicina y ciencias agrarias. Vid. para un análisis de este y otros aspectos del sistema nacional de innovación, Buesa (2003).

□ Y señalemos, finalmente, que también las actividades de las *Universidades* — que, en el factor correspondiente, quedan reflejadas tanto en su vertiente investigadora como en la docente que se plasma en la formación de la elite profesional que constituye el segmento más cualificado de la mano de obra— tienen una influencia sobre la capacidad regional de innovación, aunque inferior a la de los otros factores, seguramente porque tanto la investigación como la formación académica de las Universidades españolas se encuentra preferentemente orientada a los campos científicos menos próximos al mundo productivo<sup>67</sup>.

Las regiones no sólo son heterogéneas en cuanto a su capacidad de generar los conocimientos sobre los que se fundamentan las innovaciones, sino también en lo que concierne a la eficiencia con la que asignan los recursos a esa finalidad. Un análisis de las Comunidades Autónomas españolas —efectuado con los mismos factores que los empleados en la estimación de la anterior función de obtención de conocimientos mediante el empleo de la técnica del Análisis Envolvente de Datos (DEA)<sup>68</sup>— arroja los resultados que se expresan en el gráfico 3.

En ellos se comprueba que sólo dos regiones —Madrid y Cataluña— alcanzan la frontera de la eficiencia, de manera que obtienen el mayor resultado por unidad de recursos asignados a la innovación. Entre las demás, sólo en un caso —el de la Comunidad Valenciana— se supera el 50 por 100 de esa frontera; y en otro —el del País Vasco— se está cerca de él. Por otra parte, a la cuarta parte del nivel máximo llegan Navarra y Andalucía; y en todas las demás regiones la eficiencia es ya muy reducida. Por otra parte, debe destacarse que la asignación de recursos experimenta cambios a lo largo del tiempo y da lugar a variaciones en la posición relativa de los sistemas de innovación en cuanto a su nivel de eficiencia. El gráfico anterior muestra así que, salvo las dos regiones líderes, todas las demás o bien han mejorado al disminuir su distancia a la frontera —lo que ocurre en diez casos— o bien han empeorado al aumentarla —lo que se refleja en los otros cinco—. No obstante, se observa también que los cambios son de poca entidad, lo que refleja la pesada inercia institucional y económico-productiva que lastra las posibilidades de transformación de los sistemas de innovación en el medio y seguramente también en el largo plazo.

#### 4. Conclusiones y derivaciones para la política científica y tecnológica

Los argumentos de naturaleza teórica y los materiales empíricos que, sobre la sociedad española, se han presentado en las páginas precedentes, permiten establecer algunas conclusiones que pueden ser relevantes para afrontar la política científica y tecnológica. A este respecto, lo primero que conviene tener en cuenta es que la innovación es relevante desde la perspectiva del desarrollo económico. Éste se asienta sobre las mutaciones que inducen las innovaciones; mutaciones que cambian la estructura productiva y hacen progresar la productividad y, con ella, los niveles de renta y bienestar de los ciudadanos. Por tanto, la innovación es un objetivo relevante para la

<sup>67</sup> Vid. Buesa (2003) y OCDE (2003).

<sup>68</sup> Vid, para los detalles, Buesa, Martínez Pellitero, Baumert y Heijs (2007). El lector interesado en un estudio similar referido a los países de la Unión Europea, puede ver el trabajo de Hollanders y Esser (2007).

política económica y como tal debe ser atendido y comprendido. Los Gobiernos deben dedicar recursos a financiar directamente las actividades de creación de conocimiento y a incentivar a los agentes privados para que emprendan y desarrollen también esas actividades.

Pero que la innovación sea una importante meta para la acción gubernamental, no significa que esta meta deba absorber cualquier cantidad de recursos públicos. Desde la perspectiva económica, la política de innovación, como cualquiera otra, debe sujetarse a criterios de eficiencia. Por ello, en un plano puramente abstracto, carece de sentido la idea de que cuantos más recursos se dediquen a la ciencia, la tecnología y la innovación, la sociedad irá mejor y la economía alcanzará un mayor progreso material. Y tampoco tiene mucho sentido la fijación de objetivos en términos de un porcentaje determinado del PIB —como, por ejemplo, en el caso de la Unión Europea cuando el Consejo de Ministros celebrado en Lisboa, en 2000, estableció el tres por 100 de gasto en I+D como uno de los fines a alcanzar por la Unión—.

Veámoslo con mayor detenimiento. Se ha señalado que el output de los procesos de aprendizaje —el conocimiento— tiene la naturaleza de un bien público cuya apropiación privada es problemática en ausencia de instituciones reguladoras de los derechos de propiedad industrial e intelectual, e incluso cuando éstas funcionan razonablemente bien. Existe así un fallo del mercado que debe corregirse, mediante la provisión de recursos financieros públicos, para que la sociedad asigne suficientes medios —privados y públicos— a la innovación. Pero la corrección del fallo de mercado no debe implicar que se incurra en un opuesto fallo del Estado consistente en sustituir los recursos privados por públicos o en sobredimensionar la acción pública cuando ésta, como ocurre con la financiación de la ciencia, es casi exclusiva. Esto podría tener lugar si la acción gubernamental se ve sujeta a la actuación de grupos de presión capaces de imponer sus intereses y de capturar a los gestores públicos orientando sus decisiones en un sentido acorde con ellos<sup>69</sup>, lo que en el caso español no es descartable, tanto con referencia a la política tecnológica<sup>70</sup> como a la científica<sup>71</sup>.

La sustitución entre recursos privados y públicos es, por otra parte, factible en la medida en que la relación de complementariedad entre ambos se mueve dentro de límites muy estrechos, sobrepasados los cuales aparecen problemas de rendimientos decrecientes expresivos de aquella situación<sup>72</sup>. Pues bien, siendo esto así, la exigencia de un criterio de eficiencia en las políticas públicas referentes a la innovación implica que los recursos

---

<sup>69</sup> Las referencias fundamentales sobre este asunto son las de Olson (1965), (1986) y (2001), Buchanan, Mc. Cormick y Tollison (1984) y Buchanan, Tollison y Tullock (1980). Vid. para un examen panorámico de la literatura, Simón (1997), capítulo I.

<sup>70</sup> El hecho de que en poco tiempo España haya pasado a ser el país de la OCDE con el tratamiento fiscal de la I+D empresarial más generoso [OCDE, 2003, págs. 44 y 45], no es ajeno a la acción de Cotec en tanto que entidad de acción colectiva de las mayores empresas innovadoras del país. En Buesa (2003a) se efectúan algunas consideraciones a este respecto.

<sup>71</sup> Véase Sanz (1997), Romero, Cruz y Sanz (2003), Cruz, Fernández y Sanz (2003) y Fernández, Sanz y Cruz (2003).

<sup>72</sup> Vid. Guellec y Van Pottelsberghe (1999). En el caso español, durante la década de 1990 las ayudas a las empresas para I+D se han desenvuelto alrededor del límite de eficiencia estimado por estos autores, tal como se muestra en Buesa (2003a), págs. 228 y 229.

empleados en ellas deben sujetarse a un límite cuantitativo cuya dimensión dependerá del tamaño del segmento de empresas innovadoras existente dentro del ámbito geográfico correspondiente —nacional o regional—. Y este segmento se encuentra determinado, a su vez, por la configuración del sistema de innovación.

Se ha visto, en efecto, que, como fruto de la diversidad en las fuentes de aprendizaje, las oportunidades tecnológicas y las formas de apropiación del conocimiento, existe una gran variedad de formas de comportamiento en la innovación. Variedad que se expresa también en los tipos específicos de sistemas innovadores, cada uno de los cuales se caracteriza por una determinada configuración de su entorno y del papel que ejercen en él las Administraciones públicas, las Universidades y las empresas innovadoras. Por tanto, en cada caso, los requerimientos de la política científica y tecnológica serán diferentes en cuanto a su dimensión dentro del límite de eficiencia. Ello significa que esa política no debe orientarse por un objetivo homogéneo de dimensión en cuanto a alguno de los indicadores del sistema —por ejemplo, el aludido gasto del 3 por 100 del PIB en I+D—, pues tal objetivo puede acabar siendo excesivo e inalcanzable en unos casos, o puede ser en exceso modesto en otros.

Por otra parte, del análisis de los sistemas de innovación se desprende que, para la consecución de los resultados innovadores, tal como se ha postulado desde el enfoque evolucionista, todos los elementos que entran en su configuración —y sus interacciones— son relevantes. Pero no lo son ni de la misma manera ni con la misma intensidad. Los resultados que se han expuesto señalan a este respecto que, desde un punto de vista cuantitativo es el factor de entorno el que más incide sobre la obtención de innovaciones; y que, en un nivel notoriamente inferior, le siguen, por este orden, los factores que expresan el papel de las Administraciones Públicas, las empresas innovadoras y las Universidades. Por tanto, cabe inferir que:

□ Las políticas de innovación no sólo deben tomar en consideración los aspectos de la generación del conocimiento científico y tecnológico a través de la investigación u otras actividades innovadoras —como el diseño, la ingeniería, la difusión de las tecnologías—, sino también los de la producción. Éstos se refieren a la composición de las actividades económicas —y, por tanto, se justifican políticas sectoriales sobre todo si se refieren a actividades emergentes—, a las condiciones de rivalidad o competencia en las que se desenvuelve la producción —lo que remite a las políticas de fomento del mercado— y a la reasignación de recursos entre los sectores declinantes y emergentes como consecuencia de la innovación —lo que ha de plasmarse en políticas que favorezcan la aparición de emprendedores y la dinámica empresarial—<sup>73</sup>.

□ En lo referente a los procesos de creación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos importa tanto la actividad interna de los agentes como sus relaciones externas. El énfasis excesivo en estas últimas, particularmente a través del fomento de la cooperación, puede hacer olvidar que aquellas están en la base de la obtención de capacidades para el aprovechamiento de las interacciones dentro del sistema de innovación. Y, por tanto, la canalización de ayudas financieras hacia la cooperación no debe ser sustitutiva, sino complementaria, de los programas de fomento de la I+D u

---

<sup>73</sup> En el trabajo de la OCDE (2001) se hacen numerosas sugerencias en este sentido. Vid. especialmente los capítulos 3 y 5.

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

otras actividades innovadoras de corte o inspiración neoclásica, tanto orientados hacia las empresas como hacia las Universidades o instituciones de investigación científica.

□ Si las interacciones entre los elementos del sistema de innovación son relevantes, se justifican los arreglos institucionales y la provisión pública de infraestructuras para favorecerlas. Pero esa justificación abstracta no valida cualquier actuación concreta. En particular, creaciones institucionales como los Centros Tecnológicos, los Parques Científicos y Tecnológicos, los Viveros de Empresas u otras deben someterse, en cada caso, a evaluaciones permanentes que justifiquen su existencia por sus resultados concretos y de las que pueda derivarse su modificación o su suspensión. Y, en todo caso, los recursos en ellas empleados deben ser complementarios de los utilizados para solventar los fallos del mercado en la asignación de recursos a las actividades internas de creación de conocimiento.

Finalmente, previniendo los intereses corporativos que muchas veces impregnan la formulación y la gestión de las políticas científicas y tecnológicas, cabe volver a recordar, de nuevo con Schumpeter, que el centro de los procesos innovadores está en las empresas. Son éstas las que conducen el crecimiento y el cambio estructural en el que se plasma el proceso del desarrollo económico; y lo hacen aprovechando las diversas fuentes del conocimiento —entre ellas las científicas— y las capacidades de aprendizaje que residen en la cualificación del capital humano. En este sentido la ciencia y la educación (superior) importan para la innovación; pero no por su inmediata aplicación a determinados problemas productivos, sino por constituir el fondo de conocimientos que, en algún momento, cercano o lejano, podrán iluminar esos problemas. Por ello, en el ámbito de la ciencia, más allá de una cierta proporción de los recursos empleados cuya dimensión sólo cabe establecer por prueba y error, no debería preocupar el dirigismo hacia determinados objetivos productivos concretos, sino más bien la libertad para orientar el conocimiento hacia cualquier camino que, inesperado o no, ensanche los horizontes del género humano, pues, como señaló el que fuera editor de la revista *Nature*, John Maddox, al reflexionar sobre la herencia científica del siglo XX, “la historia de los siglos anteriores permite suponer que lo más apasionante de los próximos años surgirá de las respuestas a preguntas que aún no podemos plantearnos porque no sabemos lo suficiente”<sup>74</sup>.

---

<sup>74</sup> Cfr. Maddox (1999), pág. 13.

## **CAPÍTULO 3. SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: CONCEPTOS, PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS**

Joost Heijs; Mikel Buesa y Thomas Baumert

### ***1. Introducción***

La innovación es el factor más relevante que impulsa el crecimiento económico y el bienestar social de un país o una región (Schumpeter; 1911; Mansfield, 1968; Griliches/Lichtenberg, 1984; Fagerberg, 1994). Un concepto que en los últimos años ha tenido mucha fortuna es el de “Sistema Nacional de Innovación” (SNI) (Freeman, 1987, Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997/2005), y su extensión al ámbito regional (Koschatzky, 2000; Asheim/Gertler, 2005). En este capítulo se ofrece un marco conceptual y teórico del concepto de sistema nacional de innovación (SNI). Este marco se debería tomar en consideración al menos tres aspectos: las actividades analizadas están ligadas a la “*innovación*”, el SNI se basa en un concepto *sistémico* donde actúan e interactúan distintas organizaciones e instituciones y evolucionan en el tiempo y se trata de un sistema nacional, lo que implica “*un enfoque geográfico*”. La sección dos detalla que se entiende en el SNI como la “*innovación*” es decir, se revisan los antecedentes del SNI basados en los modelos de innovación. Se revisan primero los dos conceptos básicos de la teoría del cambio tecnológico —diferenciando entre la innovación como conocimiento tácito y como información codificada— y, segundo, se profundiza en la importancia del proceso de aprendizaje. Después se relacionan estos conceptos con los modelos del cambio tecnológico —el modelo lineal y el modelo evolucionista o interactivo— donde el último de estos modelos resalta el carácter “*sistémico*” de los sistemas de innovación. En la sección tres se definen el concepto del Sistema Nacional de Innovación indicando sus agentes y elementos básicos, la interacción entre los distintos actores y su interdependencia y la determinación geográfica del concepto.

Además se realiza un ejercicio teórico para generar una tipología de sistemas nacionales o regionales de innovación teniendo en cuenta por un lado el tipo de actividad innovadora (liderazgo versus imitador o seguidor) y por otro lado el tipo de sectores (modernos versus tradicionales). En la última sección se recoge brevemente los logros, problemas y desafíos más destacados del marco conceptual de Sistema Nacional de Innovación.

### ***2. Sistema nacional y regional de innovación***

#### **2.1. SNI el concepto global**

##### **2.1.1. Definición y antecedentes**

El modelo interactivo subraya la importancia de la estructura institucional, lo que se plasma en el concepto de sistema nacional y regional de innovación que en mayor medida ha marcado el desarrollo de la teoría económica de la innovación. El SNI es uno de los conceptos que ha visto revalorizada mucho su importancia lo que se refleja en las numerosas aportaciones académicas publicadas al respecto<sup>75</sup>.

---

<sup>75</sup> Véanse, entre otros: Freeman (1987), Dosi (1989), Porter (1990), Lundvall (1992), Nelson (1992), Edquist (1997), Koschatzky (1997) y Porter (2000).

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

El concepto de SNI refleja el proceso de la división del trabajo<sup>76</sup> en el campo de la innovación con la participación correspondiente de un amplio conjunto de agentes e instituciones interrelacionados entre sí, cuyas actividades deberían generar sinergias o ahorrar costes<sup>77</sup>. De hecho, la innovación es una actividad cada vez más compleja e interdisciplinaria y su desarrollo exige la interacción de un elevado número de instituciones, organismos y empresas. Las actividades de estos agentes del sistema de innovación son en muchas ocasiones complementarias, basadas en una división de trabajo. Donde los grandes centros públicos de investigación (incluido las universidades) se dedican a la investigación básica que, a menudo, no resulta económicamente explotable de forma directa, en tanto que las empresas se dedican a desarrollar nuevos productos o procesos mediante la investigación aplicada<sup>78</sup>. En el intermedio existe un amplio conjunto de organismos e instituciones que se ocupan de la transformación de los conocimientos científicos a productos comerciables y a la transferencia, difusión y adaptación de las nuevas tecnologías.

El término *Sistema (Nacional) de Innovación* aparece por primera vez en el libro de Freeman (1987) acerca de la tecnología y el desempeño económico en Japón.<sup>79</sup> Sin embargo, Freeman cita algunos antecedentes que influyeron en la génesis del término, entre los que destaca la obra de List.<sup>80</sup> El enfoque de los sistemas de innovación recibió un importante impulso gracias a la aparición de dos publicaciones casi simultáneas de Lundvall (1992<sup>a</sup>) y Nelson (1993), a las que se les sumó más adelante otra obra de referencia, en esta ocasión de Edquist (1997). La rápida difusión experimentada por este enfoque se vio impulsada por (1) su capacidad para superar las contradicciones entre teoría y empirismo en las que había incurrido el modelo neoclásico básico,<sup>81</sup> (2) las limitaciones que presentaba la corriente neoclásica para una adecuada comprensión e introducción en sus modelos de la variable tecnológica que habían llevado al desarrollo de una línea alternativa de análisis, a la que suele denominarse teoría evolutiva o interactiva. (Opuesta al modelo lineal). (3) Insuficiencia de las políticas macroeconómicas para hacer frente a los retos del desarrollo económico y la necesidad

---

<sup>76</sup> La división de trabajo en el campo de la innovación ha sido parcialmente posible debido al mayor “nivel de codificación” de los conocimientos que facilita su transferencia aunque, como ya se ha indicado, los conocimientos tácitos siguen siendo de suma importancia en el proceso de innovación y la difusión de las tecnologías.

<sup>77</sup> Al inicio de la revolución industrial las empresas creaban, diseñaban, desarrollaban y producían todos los componentes de sus productos. Hoy en día no solo se contratan la medición, las pruebas, el control de calidad, análisis en laboratorios etc. Sino incluso parte de la I+D se lleva a cabo de forma complementaria y simultánea en distintas empresas y organizaciones privadas y públicas. Especialmente, aunque no solo, en sectores de productos complejos como el sector del automóvil o la aeronáutica.

<sup>78</sup> Se supone que la “ciencia se dedica al análisis de leyes generales y la comprobación de tales teorías, mientras que la investigación aplicada se enfoca a la transformación de los conocimientos hacia transformaciones productivas que pueden ser o no verificables por la ciencia.

<sup>79</sup> Aunque no existe un acuerdo sobre quién fue el primero en acuñar el término, dado que tanto Lundvall como Freeman se atribuyen mutuamente el mérito de haberlo concebido. Así Lundvall (1998), p. 418, afirma que fue Freeman el primero en emplear el término en 1987, mientras que Freeman (1995), p. 5, asegura que el concepto fue ideado originalmente por Lundvall.

<sup>80</sup> En su obra sobre los “Sistema nacional de economía política” List (1841/1920) enfatizó la importancia de desarrollar instituciones e infraestructuras nacionales, que favorecieran la acumulación de “capital mental” y, por ende, del desarrollo económico, en lugar de confiar exclusivamente en la “mano invisible”.

<sup>81</sup> Freeman (1997), Lundvall et al. (2001) y Mytelka y Smith (2001)

de cambios estructurales en el sistema productivo. Y (4) el desajuste y alejamiento creciente entre la interpretación y recomendaciones que se derivaban de los análisis que realizaba la corriente neoclásica, predominante en el mundo académico, y la realidad y retos que percibían los gobernantes y las instituciones políticas, en particular, para explicar el estancamiento de la productividad y los problemas de competitividad atravesados por la economía mundial desde comienzos de los años setenta.

Todo ello ha generado la pronta asunción que hicieron las organizaciones internacionales del SNI, impulsándolo en sus grupos de trabajo y publicaciones —tanto la OCDE, la UNCTAD y la Comisión Europea, como el Banco Mundial y el FMI, estos últimos tradicionalmente más afines al enfoque neoclásico<sup>82</sup>. Otro causa de la rápida difusión del concepto de SNI se debe a las definiciones relativamente abiertas del concepto de “Sistema de Innovación” (véase el cuadro 2) —más propias de un marco conceptual que de una teoría en el sentido estricto del término— que resultó compatible con y permitió la incorporación de toda una serie de corrientes (teóricas) que, a pesar de partir de postulados distintos a los de la economía de la innovación, encajaban en ella y acabaron completando y ampliando el concepto original.<sup>83</sup>

Esta definición “abierta y flexible”<sup>84</sup> del concepto de Sistema de Innovación también ha permitido una interpretación amplia de los límites geográficos de aplicación. Así, si bien el concepto inicial desarrollado por Lundvall y Nelson se centraba en los Sistemas Nacionales de Innovación, haciendo por tanto especial énfasis en el papel desempeñado por las instituciones *nacionales* en el proceso de innovación, el concepto no tardó en ser aplicado a un ámbito de análisis subnacional, no sólo regional, sino también local y sectorial.<sup>85</sup> A su vez, esta empezando a darse también el fenómeno contrario, que resalta la importancia de estudiar sistemas supraestatales, especialmente en el caso de la Unión Europea.<sup>86</sup> Esta flexibilidad —o ambigüedad— queda de manifiesto en la afirmación de Lundvall, según la cual “los Sistemas Nacionales de Innovación son sistemas abierto y heterogéneos. Los procesos de innovación trascienden las fronteras nacionales y en ocasiones son locales en vez de nacionales” (Lundvall 1992a, p. 4.).

El concepto del sistema nacional y regional de innovación es resultado de la fusión de diversos enfoques teóricos. Se basa, por un lado, en los conceptos de distrito industrial (Marshall, 1919), y polos de crecimiento (Perroux, 1955) y en la teoría de los clusters (Porter, 1990)<sup>87</sup>. Estos enfoques tienen en común la importancia que adjudican a: la

---

<sup>82</sup> Véase Navarro (2001a), p. 1 y Edquist (2005), p. 184.

<sup>83</sup> Entre ellas podemos destacar —por citar sólo algunas— el trabajo crucial de Porter (1990) acerca de las ventajas competitivas de las naciones, el de Withley (2000), que analiza las diferentes estructuras institucionales de las economías desarrolladas y su incidencia en la capacidad competitiva de las mismas, así como los estudios llevados a cabo por la corriente denominada “Sistemas sociales de innovación y producción” (Amable, Barré y Boyer, 1997; y Amable y Petit, 2001). que enfatizan aspectos sociales referidos a los recursos humanos. En un sentido más amplio, la OCDE (1999a) señala que el enfoque de los sistemas de innovación resulta de “la confluencia de la economía evolucionista e industrial, la nueva teoría del crecimiento y la economía institucional”.

<sup>84</sup> Cf. Lundvall (1992a), p. 13.

<sup>85</sup> Por ejemplo Breschi y Malerba (2005)

<sup>86</sup> Cf. Edquist (1997), p. 11.

<sup>87</sup> “la ventaja de una nación en una industria se explica esencialmente por el estímulo que ejerce la nación base (“home nation”) en la mejora competitiva y la innovación” (pág. 70; Porter (1990) *The Competitive Advantage of Nations*



## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

proximidad espacial, las externalidades, la cultura e identidad regional y el proceso de aprendizaje colectivo o regional (Koschatzky, 2000a) y por otro lado, se basa en los resultados de la teoría del crecimiento que subrayan la importancia de la innovación para tales áreas geográficas. Las actividades innovadoras generan externalidades positivas (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988) que pueden ser aprovechadas, sobre todo, por los agentes regionales (Stern/Porter/Furman, 2000). Lundvall et al (2002) indica que algunas aproximaciones teóricas han combinado el modelo input-output de Leontief con la teoría de Schumpeter desvelando así la importancia de las relaciones e interacciones del sistema (entre el esfuerzo en innovación y sus resultados especificados por tipo de agente) y su posible importancia para un teoría de desarrollo económico.

### Cuadro 2: Principales definiciones del concepto de Sistemas Nacionales de Innovación

- “[...] las redes de instituciones del sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías.” (Freeman, 1987).
- “[...] los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y utilización de conocimientos nuevos y económicamente relevantes [...] y que o bien están localizados en o hunden sus raíces dentro de las fronteras de una nación estado.” (Lundvall, 1992).
- “[...] un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan los resultados innovadores [...] de las empresas nacionales.” (Nelson, 1993).
- “[...] las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivo y sus competencias que determinan la tasa y dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y la composición de las actividades generadoras del cambio) en un país”. (Patel and Pavitt, 1994).
- “[...] ese conjunto de instituciones distintivas que de forma conjunta e individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que proveen un marco en el que los gobiernos formulan e implementan políticas con el propósito de influir en el proceso de innovación. Se trata, por tanto, de un sistema de instituciones interconectadas destinadas a crear, guardar y transferir conocimientos, aptitudes, y artefactos que definen nuevas tecnologías.” (Metcalf, 1995).
- “[...] todos los factores relevantes económicos, sociales, políticos organizacionales, institucionales y demás, que influyen el desarrollo, difusión y aplicación de las innovaciones.” (Edquist, 1997).

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD (1997), p. 10 y de las fuentes señaladas.

A continuación se definirá el concepto de sistema nacional (o regional) de innovación -de forma análoga a la empleada por Nelson y Rosenberg-(1993, P. 4-5) analizando por separado cada uno de los términos que lo componen. Nos enfrentamos así, en primer lugar, al concepto de *sistema*, que se describe como un conjunto de elementos y las relaciones entre ellos —con propiedades distintas a las de la suma de las partes— que ejercen una determinada función y persiguen una meta específica.<sup>88</sup> El segundo término hace

<sup>88</sup> El diccionario de la Real Academia Española, en su vigésimo primera edición define el término *sistema* como un “conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo”. Con respecto al “común objetivo”, cf. Edquist (2005), p. 187. Boulding (1985) indica que un sistema está constituido por un conjunto de elementos y por las relaciones entre ellos. De esto se sigue que un sistema de innovación se puede definir como “*la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías*” (Freeman, 1987).

referencia a la *innovación*,<sup>89</sup> concepto que ya hemos tratado en la segunda sección de este capítulo, por lo que nos limitaremos a apuntar, que la innovación es un *proceso complejo* —el conocimiento vinculado a la innovación no está disponible a priori, por lo que su creación o adquisición implica una acción de *aprendizaje interactivo y acumulativo* y -al adoptar una visión histórica- *evolutiva*.

La tercera de las características del concepto de sistema nacional de innovación implica que se pueda discriminar entre un sistema y otro, es decir, señalar sus límites. Como se puede apreciar en las definiciones más recientes contenidas en el cuadro 2, éste es uno de los puntos débiles del enfoque de los sistemas de innovación, dado que no se delimitan sus fronteras con nitidez, lo cual, por otra parte, ha permitido que el concepto haya sido aplicado con éxito a distintos planos de análisis geográficos. Lo que sí podemos constatar, es que, independiente de que se trate de sistemas nacionales, regionales, locales o supraestatales, todos se basan en un determinado *enfoque geográfico*<sup>90</sup>, concediendo con ello implícitamente una función destacada al entorno económico, político y sociocultural.

No cabe duda ninguna de que existen diferencias claras entre los sistemas de innovación de distintos países, no solamente debido a su diversidad cultural, étnica o lingüística sino, sobre todo, como consecuencia de la gran variedad de los marcos legales e institucionales, el nivel de descentralización geográfica de las estructuras políticas con respecto a la ciencia y el cambio tecnológico, los sistemas de educación y la especialización sectorial de los sistemas productivos nacionales. Pero hablando de sistemas nacionales de innovación se supone, de forma implícita, que existe una cierta homogeneidad interna entre las regiones que los forman, aunque ello constituya una abstracción poco realista (Lundvall, 1992). El sistema *nacional* de innovación de un país dado no refleja un panorama global que, a su vez, caracteriza la realidad de cada una de sus regiones, pues normalmente existen grandes diferencias entre ellas, de manera que si bien resulta relativamente fácil de diferenciar distintos sistemas nacionales de innovación, es casi imposible equiparar un sistema nacional de innovación a los sistemas regionales. De hecho, en ocasiones cuando se habla del sistema de innovación japonés o alemán a lo que se está haciendo referencia en realidad es al sistema innovador de sus regiones tecnológicamente más avanzadas. Debido a la gran importancia de los sistemas regionales se ofrece en el segundo capítulo de este libro un análisis del componente regional del sistema de innovación.

### **2.1.2. La perspectiva sistémica del SNI: interacción y sinergias entre sus elementos**

La parte “Sistémica” del SNI se revela debido a que muchas cosas distintas en diferentes partes de la economía y la sociedad en general parecían comportarse de acuerdo a las necesidades de otras partes, como si muchos circuitos de retroalimentación positiva estuvieran operando de forma más o menos sincronizada. Lo que se debe posiblemente a una adaptación mutua e implícita a las demandas que reflejan cada uno de los agentes en el mercado sin que haya habido un esfuerzo formal y

---

<sup>89</sup> Pudiendo distinguirse entre cuatro tipos de innovación en función del grado de novedad que impliquen: innovaciones incrementales, innovaciones radicales, cambios del sistema tecnológico y cambios en el paradigma tecno-económico. Véase para el detalle Navarro (2001), p. 9.

<sup>90</sup> Véase respecto al sistema regional de innovación también a Cooke et al, 1997, Cooke 2001; Braczyk et al, 1998 y el capítulo 2 de este libro

## Parte 1. Enfoque evolucionista y sistemas de innovación

explícito. El problema es cuando las distintas agentes actúan de forma aislada y no existen ni incentivos ni intereses por algunas de las partes en orientar sus actividades a las necesidades de otros agentes del sistema.

La perspectiva sistémica del SNI implica que la innovación y el aprovechamiento de nuevas tecnologías dependen, además de las organizaciones e instituciones, de la interacción entre ellas. La capacidad innovadora de una región no solamente está en función del esfuerzo cuantitativo en I+D (gastos y personal) y de las actividades individuales de su infraestructura tecnológica (el conjunto de centros e instituciones que llevan a cabo actividades innovadoras), sino también de la sinergia entre las empresas, la Administración Pública, y todos los demás agentes del sistema<sup>91</sup>. La OCDE (1994b, p. 4) afirma al respecto, que “los resultados innovadores globales de una economía no depende tanto del desempeño específico llevado a cabo por parte de las instituciones formales (empresas, centros de investigación, universidades, etc. ), sino de la forma en la que interactúan entre ellas, como elementos de un sistema colectivo de creación y uso de conocimiento, y del grado de interacción con las infraestructuras sociales (valores, normas y el marco jurídico)”. El SNI es un sistema heterogéneo, dinámico y abierto, caracterizado por la retroalimentación positiva y por la reproducción. Como afirma Lundvall: *“Con frecuencia, los elementos del sistema de innovación se refuerzan mutuamente en la promoción de procesos de aprendizaje e innovación o, a la inversa, se combinan en grupos, bloqueando dichos procesos. La causalidad acumulativa, y los círculos virtuosos o viciosos, son características de los sistemas y subsistemas de innovación. Otro aspecto importante del sistema de innovación se relaciona con la transmisión del conocimiento entre individuos o agentes colectivos (a través del recuerdo)”* (Lundvall, 1992, pág. 2). Es decir, la transferencia tecnológica y el aprendizaje son aspectos importantes de los procesos de interacción y las actividades innovadoras requieren un ambiente innovador donde es importante el intercambio recíproco de personal, conocimientos científicos y tecnológicos, servicios especializados e impulsos innovadores (Aydalot/Keeble, 1988; Stöhr, 1987; Perrin 1986/88 Koschatzky, 1997).

La perspectiva sistémica, es decir el dinamismo y la interacción, se basa entre otros en el aprendizaje y la acumulación de conocimientos (Lundvall, 1992). El recurso fundamental para el desarrollo económico moderno son los conocimientos y derivado de ello el aprendizaje es un requisito para el crecimiento económico. El aprendizaje es principalmente interactivo e “incrustado” o imbricado en las instituciones y organizaciones, la evolución histórica (acumulación) y su contexto cultural. Aquí no solo el papel de los principales agentes del sistema de innovación resultan importante sino el sistema de educación y formación, parte del elemento que hemos denominado el entorno, que prepara los futuros investigadores y les enseña conocimientos tácitos para entender las nuevas tecnologías y muy importante se les enseñan como mejorar su capacidad de aprendizaje, entendimiento y facultad analítica.

---

<sup>91</sup> Según Edquist (2005) entre el 62% y el 97% de las innovaciones de producto de cinco países europeos (España, Austria, Noruega, Dinamarca y en una región de Suecia) han sido obtenidos a partir de la colaboración entre empresas y otras organizaciones del sistema innovador lo que muestra la importancia de la interacción en el SNI.

Otro aspecto muy importante que refleja el carácter sistémico del sistema nacional de innovación es la interacción entre usuarios y productores de las tecnologías. La antigua discusión sobre la naturaleza del proceso innovador y la predominancia aparentemente opuesta y contradictoria del empuje tecnológico<sup>92</sup> versus el tirón de la demanda<sup>93</sup> queda clarificada e integrada en la relación interactiva entre estos usuarios y productores. De hecho el éxito o fracaso de muchas innovaciones –o su lenta difusión– se debe, según Lundvall, a la asimetría de información y competencias de ambos. El opina que una innovación es “el resultado de encuentros entre oportunidades técnicas y necesidades de usuarios” (Lundvall, 1985: 3). La dinámica del sistema de innovación se basa en la interacción entre los que saben acerca de oportunidades técnicas y aquéllos que supuestamente saben lo que necesita el mercado. Un Sistema Nacional de Innovación que tome en cuenta las asimetrías de conocimiento entre usuarios y productores será probablemente más efectivo en la promoción de innovaciones útiles que un sistema que no le preste atención a éste tipo de problemas (Arocena/Sutz, 2006)

La interacción entre los agentes del sistema de innovación y el sistema productivo toma muchas formas y a menudo se basa en relaciones directas pero no cabe duda que las instituciones intermediarias entre ambos juegan un papel especial y a menudo esencial. Especialmente “si el ambiente cultural de un usuario es muy diferente al de un productor, será muy costoso establecer un canal de información y desarrollar códigos comunes. No solamente diferentes lenguajes nacionales dificultarán las comunicaciones; además, diferencias culturales se reflejarán en interpretaciones distintas de signos idénticos” (Lundvall, 1985: 47). El MITI (Ministerio de Comercio Internacional e Industria de Japón) diseñó una política especial para “compensar, por los débiles canales de información entre productores e industrias de base científica, y para romper la inercia incorporada en las relaciones tradicionales entre usuarios y productores” (Lundvall, 1985: 37).

Una característica muy importante para asegurar la interacción entre los agentes de un sistema nacional y regional de innovación es *la integración entre la ciencia, las instituciones de enseñanza superior (IESs) y la industria*. A pesar de que la contribución más importante de las IESs para el desarrollo tecnológico es tradicionalmente la formación de capital humano, tienen también un papel claro en la transferencia de tecnología. Las interrelaciones entre universidades o institutos politécnicos y las industrias de muchas de las regiones alemanes están basadas en un pequeño pero importante grupo de mecanismos. En primer lugar está el sistema generalizado de las prácticas internas en empresas, muchas veces en el contexto de preparación de una tesis de final de carrera. Este simple hecho implica que profesores e IESs tienen que estar al corriente de los últimos desarrollos tecnológicos en las industrias más importantes, y actualizar continuamente sus programas de enseñanza para poder asesorar a sus estudiantes durante el periodo de prácticas. Otro mecanismo, utilizado en Alemania, simple pero efectivo de interacción entre industria y enseñanza está incorporado en la calificación requerida de los profesores en las IESs. Cada profesor tiene que tener por lo menos cinco años de experiencia en la industria con cierto grado de responsabilidad o en un campo comparable, por lo que es capaz de “hablar el idioma” del sector privado.

---

<sup>92</sup> Donde el desarrollo de nuevas tecnologías se rige por las actividades de los investigadores y es un proceso independiente de las necesidades tecnológicas.

<sup>93</sup> Donde se supone que el progreso tecnológico está determinado por lo que pide el mercado.

Otras dos modalidades de interacción sería la realización de los proyectos contratados o en cooperación y los cursos de formación específicos a los empleados de empresas.

## 2. 2. Los elementos y su interacción en el sistema nacional de innovación

Como se aprecia en el cuadro 2 diversos autores han definido los agentes que actúan en los sistemas de innovación siendo el núcleo común de componentes del sistema en los que coinciden la mayor parte de los autores: las empresas y las relaciones interempresariales y, en menor medida, los centros de enseñanza superior y los organismos de investigación vinculados a la Administración Pública. Otros elementos que sólo son tomados en consideración de forma aislada, aunque conviene recordar que todos ellos resultan complementarios entre si y de hecho en nuestra propia división se les incluyen en el entorno del sistema de innovación, podrían ser la cultura, el nivel de sofisticación de la demanda o el sistema financiero.

Lundvall (1992), Patel/Pavitt, (1994), Koschatzky, (1997/2001) y la Fundación COTEC (1998) ofrecen una división basada básicamente en el tipo de agentes que participan en el sistema otros (Edquist y Jonson, 1997 y Radosevic, 2004) ofrecen más bien una división funcional. A su vez Edquist y Johnson<sup>94</sup> señalan como componentes principales de un sistema de innovación, por un lado las organizaciones -o mejor dicho los agentes- del sistema y, por otro, las instituciones que reflejarían las reglas del juego y las interacciones entre los componentes. De acuerdo con este autor las *organizaciones* serían estructuras formales con un objetivo explícito, que han sido creadas conscientemente, es decir, los agentes o actores. Las organizaciones incluirían, por ejemplo, las empresas, las universidades, las asociaciones de capital riesgo y las agencias públicas de política de innovación. El papel de la organización con respecto al proceso de conocimiento puede estar relacionado con la producción de los conocimientos (por ejemplo, universidades), su distribución (por ejemplo, parques científicos) y la regulación del marco legal necesario para el buen funcionamiento del sistema de innovación (por ejemplo, comités o agencias que establecen estándares, las oficinas de patentes, etc...). Por su parte, las *instituciones* designan conjuntos de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos. Es decir, las reglas del juego para los agentes del SNI como la protección de la propiedad intelectual o las normas que rigen las relaciones entre las universidades y las empresas. Más recientemente, Radosevic (2004), en un trabajo acerca de los sistemas de innovación de Centroeuropa y la Europa del Este, ha diseñado un modelo multidimensional de la capacidad innovadora del SNI, definido por cinco componentes, a saber: la creación de conocimientos, la capacidad de absorción y adaptación de nuevas tecnologías, la capacidad de difusión, la demanda de productos tecnológicamente avanzados y —coordinando los cuatro elementos anteriores, a fin de producir efectos de sinergia y complementariedad— la capacidad (autonomía) de gobierno.

Nosotros proponemos dividir el SNI en cuatro subsistemas (véase esquema 1): las empresas con sus relaciones interempresariales y las estructuras del mercado; las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico (incluido el marco legal e institucional y la política tecnológica); la infraestructura pública y

---

<sup>94</sup> Edquist y Johnson (1997), pp. 46-47 y Edquist (2005), p. 186-188.

privada de soporte a la innovación; y el entorno nacional y regional. Las diferencias entre los países en la configuración de estos elementos son importantes y resultan decisivos para el funcionamiento del sistema nacional en su conjunto. Se supone que respecto a estos subsistemas existen diferencias básicas en la experiencia histórica, el lenguaje y la cultura que aparecen reflejadas en las idiosincrasias nacionales. Además de la descripción de cada uno de los subsistemas, se ofrecerá también una discusión breve sobre la integración –causación acumulativa y sinergia– de sus distintos componentes.

Respecto a este tema se resaltarán sobre todo la transferencia tecnológica y las relaciones más específicas entre algunos elementos del sistema (por ejemplo la integración del sistema educativo y el científico en relación con el sistema de producción). El gráfico 1 y el esquema 1 indica los principales componentes de estos cuatro subsistemas. En realidad, la frontera entre ellos es a veces difusa y existe cierto solapamiento entre los distintos ámbitos; por ejemplo, la infraestructura pública de soporte a la innovación forma parte de la política tecnológica. Es decir, no siempre resulta fácil clasificar cada uno de los factores o actores según los cuatro subsistemas aquí utilizados; no obstante, tal clasificación – igual que el concepto del sistema nacional y regional de innovación – resulta muy útil como esquema analítico para estudiar un tema tan complejo como la innovación.

Cabe resaltar que aquí manejamos un concepto de innovación muy amplio, lo que implica que el sistema no incluye sólo los agentes y factores directamente ligados a las actividades de investigación y desarrollo, sino también otros agentes o factores que influye de forma indirecta sobre las actividades innovadoras. Estos aspectos – que forman en general parte del entorno global – son, entre otros, el sistema financiero y el capital riesgo, el sistema de educación o la demanda. Otro comentario respecto a nuestra división es, que los criterios de clasificación se basan en el tipo de agentes u organizaciones según su papel o posición en el sistema y menos en su posición en el proceso innovador. En cada uno de los componentes o subsistemas se realizan la creación, difusión y utilización de nuevas tecnologías.

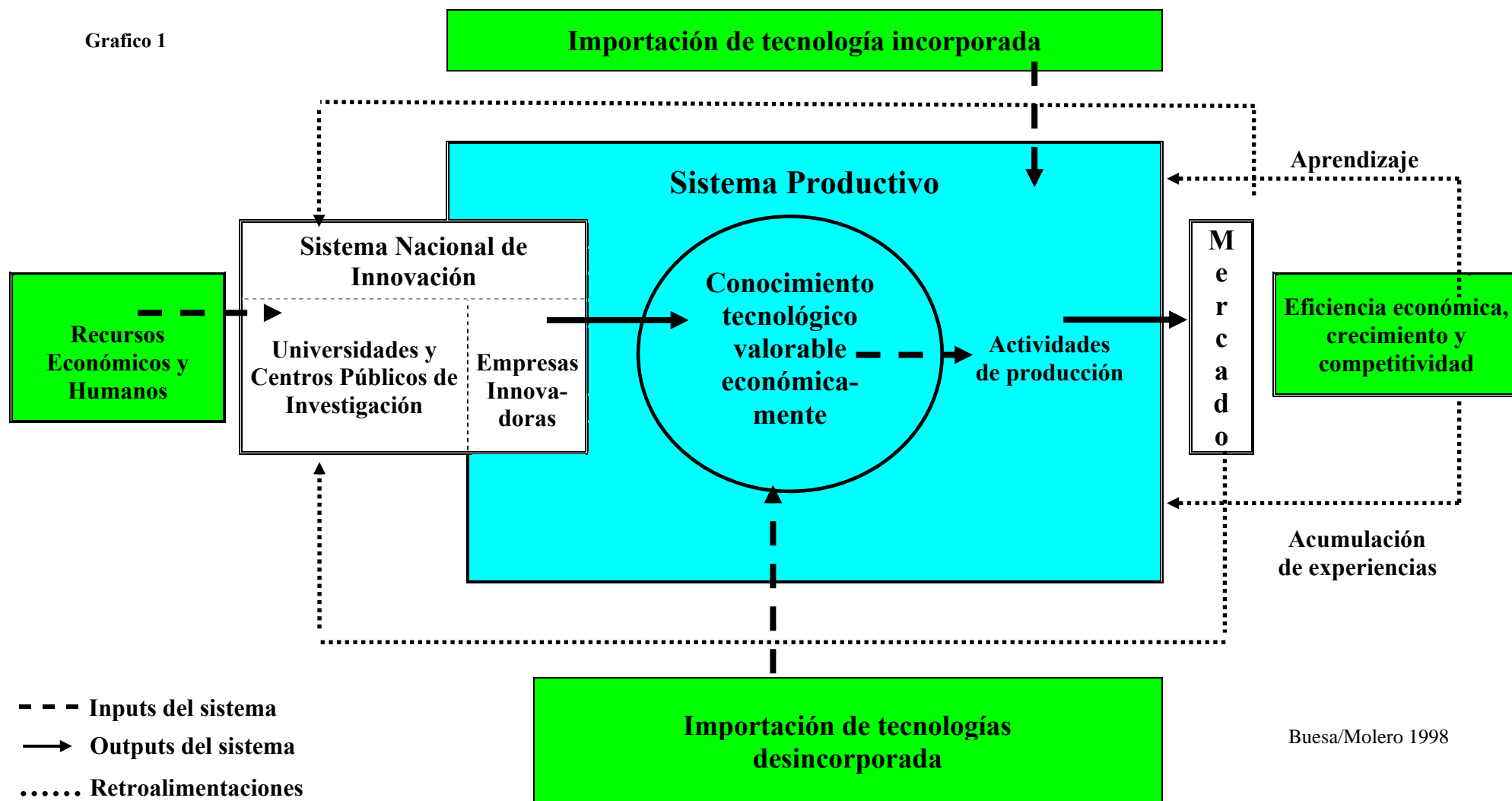
### **2.3. Las empresas, relaciones interempresariales y estructuras del mercado**

De acuerdo con lo que tempranamente señaló Schumpeter en su teoría del desarrollo, las empresas innovadoras son aquellas que, bajo el impulso de los «capitanes de la industria» —esos «hombres de negocios independientes», y también los «empleados de una compañía», que «encuentran su gozo en la aventura» y para quienes «la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito»<sup>95</sup>—, introducen en el sistema económico las innovaciones de producto y proceso y las nuevas formas de organización y gestión. Por lo tanto, no cabe duda que la parte fundamental del sistema de innovación sean las empresas y las relaciones interempresariales.

---

<sup>95</sup> Los entrecomillados proceden de la obra de Schumpeter (1911), págs. 84, 85, 87, 102 y 103.

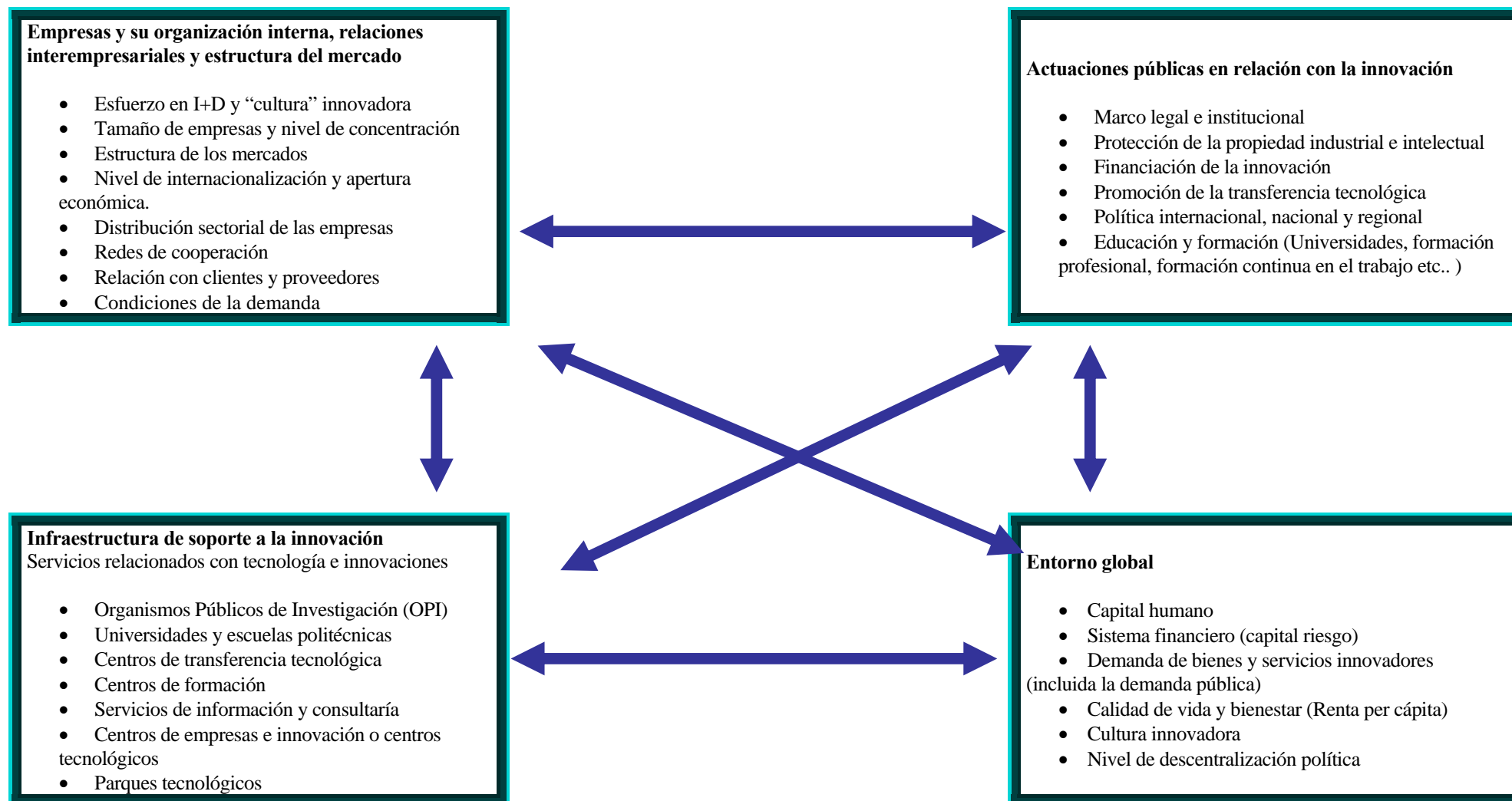
Grafico 1



Buesa/Molero 1998

**ESQUEMA 1**

**LOS DISTINTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN**





Las empresas son los responsables de la difusión última de las nuevas tecnologías en la sociedad. Son las empresas las que convierten las innovaciones en productos comercializados en el mercado, mientras que otros agentes sólo pueden facilitar o catalizar tal proceso. Las empresas están obligadas a innovar para poder resistir la presión competitiva y mantenerse operativas dentro del sistema.

Las innovaciones pueden ser el resultado de la adquisición de tecnologías a otros agentes mediante la compra de maquinaria, de derechos de explotación de patentes y de la contratación de servicios técnicos, o bien del desarrollo interno de actividades de creación de conocimiento. Por ello, para aproximarse al comportamiento general de este segmento del sistema de innovación, ha de aludirse a las variables que recogen las actividades empresariales de I+D, por una parte, y al gasto en innovación, por otra. Algunos de los principales aspectos que caracterizan el sistema de innovación empresarial son el porcentaje de empresas innovadoras que hay en el sistema productivo, su esfuerzo en I+D, su cultura innovadora o emprendedora y su especialización sectorial – especialmente respecto a los sectores de alta tecnología –.

Se puede destacar que la naturaleza de la investigación en las empresas difiere sensiblemente de la que se aborda desde las instituciones científicas (recogido en este nuestro marco conceptual en el subsistema de Infraestructura de soporte a la innovación), pues mientras ésta se refiere al conocimiento abstracto, aquella se centra en la obtención de conocimientos concretos ligados a la producción. Como ha destacado Pavitt, la empresa combina “investigación y, más importante, desarrollo, pruebas, ingeniería de producción y experiencias operativas, acumula conocimientos sobre las diversas variables de un producto, y genera un conocimiento que no sólo es específico, sino en parte tácito, incodificable, y por tanto de difícil y costosa reproducción” (Pavitt, 1991, pág. 37). Aún así, las tecnologías en las que ese conocimiento se plasma se comportan, al menos en parte, como bienes públicos susceptibles de generar externalidades, lo que supone un problema de incentivos para la asignación de recursos a su obtención<sup>96</sup>. Por ello, la investigación tecnológica suele estar sujeto a las condiciones en los otros subsistemas. Ya que requiere mantener el secreto en cuanto a la difusión de sus resultados; requiere asimismo la existencia de instituciones —como el sistema de patentes o las leyes de protección de la propiedad intelectual— que preserven su apropiación por quienes los obtienen; y necesita de la existencia de programas de ayudas públicas que complementen la financiación privada que las empresas destinan a su sostenimiento. Lo que vincula esta parte del sistema con los demás elementos del sistema nacional de innovación.

También otros aspectos del sistema empresarial tienen una influencia importante sobre las estrategias y el esfuerzo en innovación. Por ejemplo, el nivel de competencia, las empresas resultan ser más innovadoras si están bajo la presión de competencia (Porter, 1990, 2000). Esta presión no sólo depende del nivel de rivalidad interna en el mercado nacional sino también, en gran medida, de la apertura de ese mercado a la competencia exterior y del nivel de internacionalización de las empresas. Resulta que las empresas que compiten en los mercados mundiales con rivales poderosos están obligadas a mejorar de forma continua

---

<sup>96</sup> Vid. Cohendet *et al.* (1998) y Foray (1991).

sus productos o procesos de producción. El tamaño de las empresas y el nivel de concentración – o, dicho de otro modo la estructura del mercado - están directamente relacionado con la rivalidad. La competencia también está afectada por la cooperación entre las empresas. Incluso se podrían indicar que en muchos casos, la cooperación es contra-productiva porque evita la rivalidad entre las empresas para ser las mejores (Porter, 1990).

Otro aspecto de este subsistema es que alude el papel de los clientes y proveedores. Clientes locales sofisticados y exigentes con necesidades que se anticipan a las de otras regiones promueven que las empresas busquen soluciones basadas en la innovación, creando así ventajas comparativas para el futuro. Respecto a los proveedores las presiones para que compitan con otros en el mercado nacional y mundial son también factores inductores de conductas innovadoras. Por ello es contraproducente para una empresa crear proveedores “cautivos” que sean totalmente dependientes de la industria nacional y se les impida servir a competidores extranjeros (Porter, 1990) y las empresas no tienen que limitarse a buscar proveedores solamente en su propio país. La existencia de sectores afines y proveedores nacionales que sean internacionalmente competitivos, ofrece muchas ventajas comparativas. Primero, debido a la obtención de inputs de forma temprana, rápida y algunas veces preferente, así como por el acceso fácil y la comunicación directa. Segundo, debido a la posible influencia sobre la dirección de la innovación mediante el intercambio continuo de ideas y de información privilegiada sobre los últimos desarrollos y las próximas innovaciones. Además, el desarrollo de los proveedores y empresas puede suponer un refuerzo mutuo si se busca la cooperación.

#### **2.4. Infraestructura de soporte a la innovación**

Por infraestructuras de soporte a la innovación se entiende el conjunto de entidades de muy diversa titularidad concebidas para realizar actividades de creación, desarrollo y difusión de la I+D+i. Facilitando además la actividad innovadora de todos los agentes del sistema, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, tantos 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. No resulta fácil dividir los agentes de este subsistema porque la mayoría de los agentes incluidos tiene en general dos funciones: realización de I+D+i y facilitar servicios avanzados de innovación. En la exposición a continuación se comenta primero sobre los agentes cuya actividad principal esta orientada a la investigación, aunque ofrecen también servicios avanzados de innovación.

La infraestructura de soporte a la innovación del sistema de innovación recoge el papel fundamental de la investigación científica, pues de ella depende en buena medida la delimitación de las fronteras del conocimiento y, con ellas, la gestación de las oportunidades tecnológicas que alumbran las posibilidades de la innovación en los sectores productivos. Asimismo, la investigación científica determina el horizonte de las ideas y teorías que, a través de la enseñanza superior, se transmiten a los profesionales formados por las Universidades, configurando así el segmento más valioso del capital humano disponible en la sociedad. La investigación científica tiene por finalidad la obtención de un conocimiento general, abstracto y no específicamente asociado a los

problemas de la producción de bienes y servicios<sup>97</sup>. La validación de ese conocimiento se sujeta a dos reglas básicas<sup>98</sup>: por una parte, la difusión pública y completa de sus resultados, de manera que puedan ser replicados y discutidos por la comunidad científica<sup>99</sup>; y, por otra, la concesión a sus autores de la prioridad en el reconocimiento social de sus logros y, también, en la asignación de los derechos de propiedad intelectual que pudieran corresponderles<sup>100</sup>. Desde la perspectiva económica, el respeto a estas reglas —que, en lo fundamental, garantizan el libre acceso a su contenido— es estrictamente necesario para asegurar la eficiencia estática<sup>101</sup>, así como para favorecer el aprovechamiento de las externalidades ligadas a la ciencia<sup>102</sup>. Pero ello implica que los incentivos para que el sector privado destine recursos a este tipo de investigación serán mínimos y que, en consecuencia, deba ser el gobierno quien se ocupe de su financiación<sup>103</sup>.

Desde una perspectiva institucional, la investigación científica se organiza en torno a ciertas instituciones dependientes de la Administración Pública —los Organismos Públicos de Investigación (OPI) entre los que se cuentan grandes organizaciones con unidades dedicadas al cultivo de las diferentes ramas de la ciencia, y pequeños o medianos institutos especializados, así como grupos de investigadores que compatibilizan sus tareas profesionales con las de carácter científico dentro de instituciones principalmente orientadas a los servicios públicos— y a las Universidades. Estas últimas forman parte del sistema científico, de manera que juegan un papel muy relevante en la indagación acerca de los nuevos conocimientos de naturaleza abstracta. Sin embargo, son también instituciones de enseñanza superior que desempeñan un papel esencial para la difusión de esos conocimientos entre los estudiantes y, por tanto, para la formación del capital humano que, una vez graduados aquellos, será empleado en las actividades de producción. Asimismo, las Universidades asumen la reproducción del sistema científico por medio de la formación de doctores en las diferentes ramas de la ciencia.

La segunda vertiente de la infraestructura de soporte a la innovación son los servicios avanzados a la innovación incluyendo los centros de formación, centros tecnológicos, servicios de información y consulta, centros de innovación, parques tecnológicos, los centros de transferencia tecnológica. Aquí también se incluyen los servicios avanzados relacionados con la innovación ofrecidos por los organismos públicos de investigación, universidades y escuelas politécnicas. Unas cuantas iniciativas han sido desarrolladas por la administración pública en cooperación con las empresas, como por ejemplo los parques o centros tecnológicos.

La existencia de una buena infraestructura de soporte a la innovación resalta la importancia de la división del trabajo en este campo lo que la convierta en un factor clave para poder

---

<sup>97</sup> Para una discusión acerca de la caracterización del conocimiento científico, su diferenciación con respecto a la tecnología y su valor económico, vid. Pavitt (1991).

<sup>98</sup> Una consideración histórico-institucional acerca de estas reglas de funcionamiento de la investigación científica, puede consultarse en Dasgupta y David (1987).

<sup>99</sup> Vid. principalmente, Nelson (1959).

<sup>100</sup> Vid. Foray (1991).

<sup>101</sup> Vid. Nelson (1959), págs. 149 y 150.

<sup>102</sup> Una discusión sobre este último punto se desarrolla en Pavitt (1991).

<sup>103</sup> Vid. Nelson (1959), Arrow (1962) y, para una revisión de los argumentos, Foray (1991).

atraer inversiones en I+D de otros países. La división del trabajo permite obtener ventajas de escala respecto a ciertas actividades de I+D cuyas instalaciones son caras (laboratorios, grandes instalaciones) y se utilizan poco por cada una de las empresas individuales especialmente en el caso de las PYMES. Además permiten a las empresas disponer de especialistas en ciertos campos donde falta capacidad tecnológica interna o de alta complejidad. Por lo tanto, las empresas ubican sus actividades innovadoras en aquellas regiones donde pueden aprovecharse de una oferta de servicios relacionados con la innovación que complementan sus propios conocimientos y necesidades.

Como ya se ha dicho, en un sistema de innovación la interacción entre distintos agentes y factores es muy importante. La fuerza de las relaciones determina en qué medida el conocimiento generado por la parte común de la infraestructura se convierte en innovaciones aplicadas en el sistema productivo nacional o regional. La existencia de instituciones de transferencia tecnológica tiene que asegurar la difusión de innovaciones en el sistema. Por eso, la creación de instituciones “puente” que facilitan la interacción entre los distintos elementos del SNI resulta importante (Carlson, 1994). La ausencia de tales instituciones de interacción puede implicar que empresas de otros países o regiones pueden aprovecharse más rápido de las externalidades generadas que las empresas domesticas (Stern/Porter/Furman, 2000) <sup>104</sup>. Por otro lado, la creación de tales infraestructuras no se puede forzar en una región donde no existe una demanda de servicios avanzados de innovación.

Barge (2006) resume muy bien el papel de las “organizaciones intensivas en conocimientos” en los sistemas de innovación. Primero forman por si mismo una parte creciente de un sector económico de servicios avanzados generando innovaciones, una demanda de empleo cualificado y ellos mismos se conviertan en demandantes de servicios avanzados de conocimientos. Además su existencia sirve como un polo de atracción para nuevas inversiones –o su permanencia- en sectores avanzados. Un segundo papel de las organizaciones intensivas en conocimientos es su capacidad de agilizar la transferencia tecnológica y el aprendizaje del sistema en su conjunto. Los centros tecnológicos interaccionan con un amplio abanico de agentes de forma simultanea (empresas, universidades etc...) lo que les convierta en un núcleo de aprendizaje del sistema de innovación absorbiendo las “best practices” de los agentes y transfiriéndolas a nuevos clientes. Por lo que las organizaciones intensivas en conocimientos (1) reducen para sus clientes los costes y el riesgo de sus proyectos de innovación (2) mejoran las habilidades y capacidades tecnológicas de sus clientes; (3) permiten a sus clientes conocer su posición en relación con otras organizaciones; (4) difunden los conocimientos de sus clientes al resto del sistema de innovación aumentando el poder distributivo del conocimiento (diseminación de conocimientos e información); (5) transforman las demandas y necesidades latentes en actividades explícitas traduciendo los problemas de las empresas en soluciones técnicas y favoreciendo de esta forma la innovación; (6) realizan una labor de intermediación entre oferta y demanda en el mercado de conocimientos; (7) contribuyan a la formación de capital humano tanto a través de su propio personal como mediante los cursos de formación que imparten; (8) y debido a sus posibles actividades internacionales

---

<sup>104</sup> Por ejemplo las empresas de Alemania se aprovecharon de innovaciones químicas generadas por empresas inglesas; empresas japonesas han introducido el “fax” originalmente desarrollado en Alemania y han comercializado la tecnología VCR generada en EE. UU. (Rosenbloom y Cusumano, 1987)

de creación, difusión y búsqueda de tecnologías contribuyan al acceso a fuentes externas al sistema nacional de innovación

En definitiva, las organizaciones intensivas en conocimientos son, debido al alto nivel de conectividad con los demás agentes del sistema de innovación, catalizadores que contribuyan a poner en funcionamiento e incrementar las potencialidades de innovación existentes en el territorio (Barge, 2006). Por todo ello, la infraestructura tecnológica resulta ser muy importante y la administración pública debería enfocar parte de sus actuaciones hacia la mejora de su articulación. (Véanse entre otros Reich, 1991; Fransman, 1997; Metcalfe, 1997).

El enfoque geográfico del concepto de Sistema Nacional de Innovación se observa muy bien en el papel de la infraestructura tecnológica. La región y la proximidad resultan ser factores fundamentales para las actividades innovadoras. La concentración regional de las actividades innovadoras genera sinergias y un proceso de aprendizaje colectivo. La presencia de instituciones que apoyan tales actividades (como centros tecnológicos, instituciones públicas de I+D, consultores técnicos, parques tecnológicos, agentes financieros con capital riesgo) y permite la división del trabajo resulta ser una condición elemental para asegurar la aceleración de la transferencia tecnológica y la interacción entre los distintos agentes del sistema. Todo eso indica que un aspecto muy importante de la intervención pública es la creación o la mejora de la infraestructura tecnológica pública.

## **2. 5. Actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico**

Quizá la influencia más directa de la administración pública sobre el sistema de innovación se deriva de la política de I+D+i. Esta política se puede definir como la intervención gubernamental en el proceso económico con la intención de afectar al proceso de innovación tecnológica (Stoneman, 1987, pág. 4). Tal definición excluye aquellas medidas públicas que afectan al proceso de innovación pero no de forma intencionada. No habría que olvidar que existe un gran solapamiento entre la política industrial y la política tecnológica, pues esta última forma parte muchas veces de la primera aunque en otras ocasiones tiene un ámbito mucho más amplio.

El difícil equilibrio entre los incentivos para invertir en la innovación (basados por un lado, en los beneficios a partir de monopolios temporales obtenidos debido a la innovación, y por otro, a la presión por la competencia debida a la imitación) es un aspecto muy significativo que junto con otros fallos del mercado son determinantes importantes del nivel innovador de un país. Especialmente en este aspecto el Estado puede jugar un papel importante mediante normas legales y apoyo adicional (financiero) a la I+D.

Aunque existen muchos estudios sobre la eficacia de las políticas basadas en ayudas financieras y sobre su justificación teórica, no se entrará aquí en este debate.<sup>105</sup> No obstante conviene destacar el papel subsidiario que tiene la administración pública respecto al desarrollo tecnológico. Como ya se ha mencionado la característica principal del sistema

---

<sup>105</sup> Para una revisión de esta literatura véase Heijts 2000

de innovación es la interdependencia entre sus elementos y ello implica que la intervención pública solamente puede ejercer una influencia determinada por la contingencia de los demás elementos del sistema. Por ejemplo, la política tecnológica ha sido relevante en el desarrollo del sistema regional de innovación en Baden-Württemberg, pero su papel es de orden subsidiario. Este hecho simple pero fundamental tendría que inyectar una nota de realismo en el debate sobre la transferibilidad del modelo de Baden-Württemberg hacia otras regiones (Cooke y Morgan, 1994). Los políticos tienen que tener muy claro que los límites y posibilidades para la política tecnológica se determinan por las capacidades y el nivel tecnológico y empresarial actuales de las empresas, regiones o estados. Una región de alta tecnología no se puede crear sin la participación de las empresas que, de hecho, forman el núcleo central del sistema productivo y del sistema de innovación por ser los agentes que generan o aplican las innovaciones económicamente útiles.

La Administración juega –de forma directa e indirecta– un papel no despreciable en el desarrollo del sistema de innovación. El sector público como agente financiero y propietario de una parte del sistema científico ejerce su influencia sobre la dirección y amplitud de las actividades de innovación. Además, dispone de dos vías adicionales para influir en el sistema. Por una parte, como usuario de las tecnologías –mediante la demanda pública–, puede imponer ciertas actividades innovadoras exigiendo productos de alto nivel de prestaciones y de calidad. Y, por otra, mediante la regulación y la adaptación del marco jurídico a las necesidades y particularidades de las actividades innovadoras y del sistema. Así el gobierno puede regular las características de los productos que se venden en el mercado imponiendo o incitando de esta forma ciertas actividades innovadoras. Tal es el caso de las normas de seguridad, calidad, y estandarización de productos, la regulación de la protección de medioambiente y la política de competencia. Igualmente el Estado asegura a las empresas el aprovechamiento de sus esfuerzos en I+D protegiendo los resultados de las actividades innovadoras. Tal protección jurídica, como puede ser la legislación respecto a la propiedad industrial intelectual (patentes, marcas, derechos de autor etc..), es sobre todo importante si las innovaciones corresponden a las características del modelo lineal de innovación, o dicho de otro modo, si el resultado de la innovación se corresponde sobre todo al concepto de “información”.

Otro aspecto del sistema nacional y regional de innovación donde la administración pública tiene un papel central es la educación y formación, siendo un elemento extremadamente importante (Lundvall, 1992; Romer, 2000; Porter, 1990, 2000) que se analiza en el siguiente epígrafe.

Un último aspecto respecto a las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico sería el apoyo financiero a las actividades innovadoras empresariales. El alto riesgo relacionado con las actividades innovadoras y con la comercialización de sus resultados, junto a la escasez de capital riesgo en la mayoría de los países europeos, implica que la financiación de la innovación es un problema generalizado. Debido a ello, todos los Estados de los países económicamente más avanzados han adoptado medidas destinadas a proveer recursos financieros a las empresas innovadoras.

## 2. 6. Entorno global

Bajo la noción de entorno global se incluyen aquellos aspectos que de forma indirecta influyen sobre la capacidad tecnológica de una empresa o región. Se trata, entre otros, del sistema educativo y de las cualidades del capital humano, el sistema financiero (capital riesgo), el grado de exigencia de los demandantes de bienes y servicios, la cultura y el nivel de vida.

El capital humano y, por lo tanto, el sistema de educación y su adecuación al sistema productivo resulta un factor muy importante respecto a la capacidad innovadora de una región (OECD-TEP, 1988; Lucas, 1988; Romer, 1990; Porter, 1990, 2000). El nivel de actividad innovadora desarrollado por una economía dependerá en última instancia del número de personas cualificadas que se pueden dedicar a la producción de nuevas tecnologías (Porter, 2000). La educación resulta ser un mecanismo importante para la transferencia tecnológica e influye de forma decisiva sobre las cualidades del capital humano. No hay que olvidar que la innovación esta basada en la acumulación de conocimientos tácitos incorporados en las personas y difícilmente codificables. Si no existe una oferta de investigadores e ingenieros bien cualificados será difícil atraer a las actividades innovadoras y, por lo tanto habrá que promover su formación (Romer, 2000). La educación como forma de creación de competencias, no sólo se realiza en escuelas y universidades, sino también incluye la formación de los empleados en las empresas tanto mediante los cursos específicos como mediante la acumulación de experiencias durante su trabajo cotidiano como investigador.

Como ya se ha comentado, un aspecto importante del proceso de interacción entre los elementos del sistema nacional y regional de innovación es la integración entre la ciencia, las instituciones de enseñanza superior y la industria. A pesar de que la contribución más importante de estas instituciones para el desarrollo tecnológico es tradicionalmente la preparación de capital humano, tienen también un papel fundamental en la transferencia de tecnología.

Otro aspecto que se considera componente del entorno del sistema de innovación es el sistema financiero. La capacidad de innovación de un país o región depende en gran medida de la financiación de la innovación. La carencia de recursos financieros es el obstáculo a la innovación más citado por las empresas, independiente de su tamaño, en todos los países europeos y prácticamente en todos los sectores (CE, 1996). Los riesgos, los altos costes y la difícil apropiabilidad de los resultados relacionados con las actividades innovadoras conviertan su financiación en un problema relevante. En muchos casos un proyecto fallido puede poner en peligro la supervivencia de una empresa. El éxito de un proyecto no depende sólo de su acierto tecnológico - especialmente en el caso de la I+D básica difícil de asegurar- sino también de su comercialización en el mercado<sup>106</sup>.

Parece que el sistema estadounidense ofrece un entorno financiero con mayor accesibilidad a capital riesgo que en los países europeos donde las entidades financieras son más

---

<sup>106</sup> Por ejemplo, en ciertos casos dos o más empresas persiguen un mismo producto y solamente quien lo desarrolla primero obtiene la patente y se lleva el total de los beneficios, los demás tendrán pérdidas (sobre la carrera por los patentes véanse Barzel, 1968; Dasgupta/Stiglitz, 1980; Dixit, 1988).

conservadoras y exigen más seguridad a largo plazo. Con relación a este asunto debe aludirse también a la estructura de la propiedad de las empresas. Por ejemplo, en Alemania y Suiza las empresas grandes son, en muchos de los casos, propiedad de los bancos y fondos de pensiones que persiguen beneficios a largo plazo, apostando por sectores maduros donde el desarrollo se basa en una I+D permanente y de carácter incremental, aceptando una esperanza de rentabilidad menor. En EE. UU. las empresas son propiedad de inversores privados y existe mucho capital riesgo. Estos inversores exigen beneficios altos y a corto plazo apostando más bien en sectores nuevos como la biotecnología (Porter, 1990).

Finalmente en los mercados interiores de bienes y servicios, la demanda puede ejercer un efecto dinamizador en el sistema de innovación, de manera que sus exigencias influyen de forma directa sobre el comportamiento innovador de las empresas (Abernathy et al. , 1979; Von Hippel, 1988; Rosenberg, 1993; Porter, 1990). Por un lado, la demanda de los consumidores puede ser sofisticada y exigir productos de alto nivel tecnológico, por otro lado, la demanda pública también ha sido utilizado como un instrumento para promover la innovación en las empresas.

Sólo se han destacado alguno de los aspectos del entorno considerados como los más importantes. Existen más aspectos no tratados aquí. Incluso existen actividades o elementos fuera del sistema de innovación que interactúa con ella y que influye sobre los componentes del sistema de innovación. Como podrían ser algunos aspectos del marco legal de un país. No se trata de aquellas medidas legales específicamente diseñado para promover la innovación sino leyes generales. Por ejemplo, las normas y la regulación respecto a la calidad y seguridad de los productos o sobre la protección medioambiental pueden obligar o presionar a las empresas a iniciar una actividad continuada de innovación y mejora de su oferta. El hecho que Alemania y Holanda fueron los primeros en diseñar una política exigente en temas de medioambiente ha generado un amplio número de innovaciones al respecto promoviendo una nueva industria de alta tecnología y líder mundial.

### **3. Tipología de sistemas de innovación: una aproximación teórica**

Como se ha ido comentando, la lógica interna de los sistemas de innovación nacionales y regionales implica que lo que determina la fuerza y vitalidad de tales sistemas no es solamente la suma total de los elementos y actores que lo constituyen, sino que existe un valor añadido siendo resultado –holístico- de las interacciones e interdependencias dentro el sistema. Esto quiere decir que el impacto de un cierto instrumento de política depende en gran medida de las restricciones o precondiciones del propio sistema regional o nacional de innovación. No todos los países o regiones se pueden convertir en una región de excelencia y de alta tecnología y no para todos los países y sus regiones los distintos instrumentos de la política tecnológica resultan igualmente adecuados.

Los diversos países o regiones cumplen distintas funciones dentro del sistema nacional e internacional de innovación o de producción. Según Koschatzky (2000) existen dos tipos; el primero corresponde a las regiones y países centrales que son el corazón del sistema nacional e internacional de innovación y el segundo incluye aquellas regiones cuyo desarrollo se basa en una función complementaria en apoyo a las regiones



centrales o en la explotación de los recursos endógenos. La innovación a nivel regional y la política tecnológica pueden contribuir al desarrollo regional y al proceso de cohesión pero no siempre. Las medidas políticas solamente tienen sentido si la región tiene un nivel mínimo o una masa crítica de tecnología y empresas innovadoras en combinación con un cierto potencial de infraestructura tecnológica. Por lo tanto puede existir un tercer tipo de regiones donde la utilidad de la política tecnológica resulta mínima debido a un punto de partida, en términos de innovación, muy pobre.

La mayoría de las tipologías o clasificaciones de regiones están basadas, sobre todo, en la especialización sectorial del sistema productivo. No cabe duda de que existe una relación alta entre tal especialización y las actividades innovadoras de una región<sup>107</sup>, pero una tipología de sistemas de innovación tiene que tener en cuenta sobre todo las diferencias en actividades innovadoras. En el esquema 2 se presenta una clasificación basada, por un lado, en las actividades innovadoras que se realizan en la región y, por otro, en la especialización productiva.

Este esquema distingue analíticamente cinco tipos de regiones que pueden servir como base para estudiar de forma más nítida las restricciones que limitan el uso de los instrumentos de la política tecnológica.<sup>108</sup> Primero, las regiones “high-tech”, que se caracterizan por ser centros innovadores de excelencia a nivel mundial con relaciones múltiples internacionales. En estas regiones se ubican empresas multinacionales cuyas actividades innovadoras corresponde al modelo de globalización. En ellas se da la generación de nuevos conocimientos que determinan la frontera tecnológica y existe una infraestructura tecnológica excelente con relaciones de cooperación internacionales, un alto nivel de integración entre los elementos del sistema (cooperación, aprendizaje mutuo y colectivo, integración entre ciencia – industria – administración pública), una buena cultura empresarial y se dispone de capital riesgo.

El segundo y el tercer tipo son las regiones centrales de los países desarrollados, que están integradas en las redes internacionales de innovación. Estas regiones son localizaciones nacionales importantes de innovación donde se encuentran las sedes centrales de muchas empresas nacionales y multinacionales. Las del tipo 2 son las regiones altamente innovadoras con un sistema de innovación bien definido y un gran número de empresas implicadas y las del tipo 3 en cambio tienen un sistema de innovación más bien pobre que depende de un conjunto pequeño de empresas innovadoras.

**Esquema 2**  
**Tipología de regiones o países basada en las**  
**características sectoriales y las actividades innovadoras empresariales**

---

<sup>107</sup> De hecho existen agregaciones sectoriales basadas en las características innovadoras de los sectores. La más conocida es la agregación sectorial propuesta por primera vez por Pavitt (1984) y revisada por Archibugi et al. (1991): Productores de bienes de consumo tradicionales (CNAE 15- 22, 26, 36, 37), Proveedores tradicionales de bienes intermedios (CNAE; 27 28), Proveedores especializados en bienes intermedios y de equipo (CNAE; 25, 29, 33), Sectores intensivos en escala y de ensamblaje (CNAE; 30-32, 34, 35 -Excepto 35. 3-), Sectores basados en la ciencia con innovaciones basadas en la I+D básica (CNAE; 24 y 35. 3).

<sup>108</sup> Esta identificación es una adaptación de Koschatzky (2000) que distingue entre tres tipos de regiones.

		Eficiencia operativa ← <b>Características del sistema productivo</b> → efectividad estratégica	
		Sectores tradicionales Productos estandarizados Demanda saturada y previsible	Sectores modernos e innovadores Búsqueda de nuevos mercados Incertidumbre sobre el desarrollo productos
eficiencia operativa ← ..... → efectividad estratégica y creativa <b>características de las actividades innovadoras</b>	Liderazgo tecnológico	Gestión innovadora basándose en la adaptación estratégica  <b>Región tipo 2</b>  <b>Alta presencia de I+D aplicada y la combinación creativa y novedosa de tecnologías existentes</b>	Gestión innovadora empresarial basándose en la ruptura estratégica  <b>País/región tipo 1</b>  <b>Presencia de líderes tecnológicos a base de I+D básica y aplicada</b>
	Seguidor tecnológico e imitaciones	<b>País/región tipo 4</b>  <b>Adaptación de tecnologías adquiridas como forma de innovación</b>  Gestión innovadora basándose en la planificación simple de proyectos	<b>País/región tipo 3</b>  <b>Alta presencia de seguidores a base de desarrollo tecnológico e I+D aplicada</b>  Gestión de innovación basándose en la adaptación e imitación tecnológica

**País/región tipo 5 Centros de producción no innovadoras**

Tomado de Heijs, 2001

La diferencia entre ambos tipos de regiones no siempre esta muy clara. Se supone que los dos tienen un sistema de producción e innovación complejo con un alto nivel innovador en las empresas, cierta excelencia respecto al desarrollo de tecnologías y cierto nivel de integración entre ciencia - industria - administración pública. También en estas regiones la innovación se considera un factor importante pero, en este caso, está sobre todo dirigida u orientada hacia el desarrollo de productos y procesos de producción.

Dicho de otro modo, en estas regiones la innovación se caracteriza mediante I+D aplicada y el proceso de aprendizaje esta directamente relacionado con el proceso de

conversión de conocimientos o innovaciones en productos comerciables. La gran diferencia entre los dos tipos se basa en la estrategia innovadora de las empresas. Las regiones (o países) del tipo dos contiene empresas líderes en el desarrollo de productos o procesos de producción basado en nuevas combinaciones creativas de innovaciones recientes mientras que las empresas ubicadas en regiones o países del tipo tres basan sus actividades innovadoras más bien en mejoras incrementales o la imitación y adaptación de las tecnologías existentes desarrolladas en las regiones tipo uno o dos.

El cuarto tipo recoge las regiones o países con un sistema de innovación subdesarrollado o retrasado. Ejemplos podrían ser las regiones de industria tradicional o regiones en transición. Una característica común es su base industrial, su especialización alta en una o pocas industrias altamente relacionadas (clusters o distritos industriales) y la presencia de muchas empresas pequeñas y medianas con pocas empresas grandes y dominantes. La base innovadora consiste en conocimientos altamente codificados y tecnologías estandarizadas, dirigidos hacia sectores con un proceso de producción y estructuras de mercado estancados. Las actividades innovadoras y de producción de estas regiones apenas generan ya externalidades. El quinto tipo, finalmente, incluye aquellas regiones en que se da la ausencia de un sistema regional de innovación. En estas regiones o países, con un bajo nivel de industrialización o siendo –más bien- centros de producción para empresas de fuera de la región, se realizan actividades innovadoras de muy bajo nivel o muy específicas no relacionadas con el sistema productivo (como podría ser el observatorio espacial de las Islas Canaria).

Las diferencias entre los cinco tipos de regiones implican diferencias respecto a la orientación innovadora de las empresas, el sistema productivo e industrial y la demanda de productos innovadores. Estas diferencias a su vez influyen sobre el tipo de actividades innovadoras que habría que promover (generación de innovación, I+D aplicada, desarrollo tecnológico o transferencia tecnológica).

Dicho de otro modo, para cada región el punto de partida –respecto a su sistema de innovación- es diferente y ello tiene que ser tenido en cuenta al diseñar las políticas tecnológicas regionales. Las diferencias que existen en las condiciones nacionales y regionales implica que no se pueden copiar simplemente las políticas exitosas en regiones de tipo uno o dos e implantarlas en regiones con sistemas de innovación subdesarrollados, ya que no resultan ser las más adecuadas (Heijs, 1998; Bross/Heijs, 1999). Esto no quiere decir que no puedan usar ciertos elementos o experiencias de otros sistemas, sin embargo, su aplicación debe tener en cuenta las condiciones locales y las restricciones existentes en los sistemas de innovación, al mismo tiempo que debe intentar mejorarlos.

Igual que la fuerza de una cadena depende de su eslabón más débil, cualquier sistema donde los elementos interactúan y son interdependientes está constreñido, en gran medida, por sus componentes menos desarrollados. Esto implica, por un lado, que habrá que desarrollar de forma simultánea todos sus elementos (agentes y factores); y, por otro, que un sistema de innovación muy débil no se puede reforzar desde fuera estimulando un sólo componente. Habría, por tanto, que mejorar de forma equilibrada el

conjunto de los elementos del sistema y asegurarse que las actividades tecnológicas implantadas están relacionadas con el sistema productivo regional. Si la política no está relacionada con el sistema productivo, su aportación sería más bien simbólica, y no contribuiría a la mejora real del sistema regional de innovación. Incluso puede ser contraproducente ya que puede generar un “*braindrain*” o *desvío* de los talentos intelectuales (estudiantes, becarios e investigadores) desde sectores directamente relacionado con el sistema productivo hacia sectores no productivos (Bross/Heijs, 1999).

Respecto a la tipología de las regiones se puede destacar que España no tiene ninguna región tipo uno o dos<sup>109</sup>. La mayoría de las regiones se puede clasificar en el grupo cuatro o cinco y, por lo tanto, las políticas tecnológicas en España deber tener como objetivo la creación de sus propios sistemas regionales de innovación. Los países con sistemas tecnológicos más desarrollados tienen que intensificar las actividades innovadoras existentes de sus empresas, mientras que los países con lagunas tecnológicas necesitan desarrollar instrumentos que incitan a las empresas en el desarrollo de actividades de I+D y que intensifican la difusión del conocimiento e innovación como instrumento para incrementar la competitividad<sup>110</sup>. Los países como España deberían estar preocupados sobre todo por la transferencia de tecnología.

## **4. Desafíos, logros y debilidades del concepto de sistema nacional de innovación**

### **4.1. Los logros del SNI**

La utilidad del marco conceptual se muestra a partir del amplio número de estudios realizados. Según Patel y Pavitt<sup>111</sup> este concepto ha hecho visible la naturaleza y determinantes de los aspectos tácitos y los incentivos e inversiones intangibles en la innovación<sup>112</sup>, incluyendo el aprendizaje tecnológico, la variedad de instituciones implicadas, las relaciones entre los agentes y elementos del sistema, etc.

El enfoque geográfico “nacional” parece, a pesar del proceso de globalización a nivel internacional y la descentralización política en muchos países, muy acertada. Primero, porque entre los países existen tanto diferencias culturales, lingüísticas y sociales como diferencias en la configuración y el comportamiento de la red de organizaciones e instituciones. Además, como muestran los estudios empíricos (véase entre otros Archibugui y Michie, 1995; Cantwell, 1995 y Patel, 1995) a pesar de la globalización el nivel nacional sigue siendo importante para muchas actividades de innovación y las

---

<sup>109</sup> -Aunque existen en España empresas -o quizás incluso clusters de empresas- que se podrían considerar de tipo dos, hay que tener en cuenta que las regiones se clasifican según el tipo de empresa dominante.

<sup>110</sup> Las empresas que participan en los programas españoles de promoción de la innovación son empresas, en general, con un alto nivel innovador, llevando a cabo estas actividades con regularidad lo que implica que las ayudas existentes profundizan la I+D de empresas innovadoras pero no amplían el conjunto de las empresas que realizan actividades de I+D (Heijs, 1999, 2000).

<sup>111</sup> Patel, P. y Pavitt, K. (1994).

<sup>112</sup> De hecho el Banco Mundial considera las inversiones intangibles en la acumulación de conocimientos como más decisivo para el desarrollo económico en comparación con la inversión en capital físico, que se esperaban anteriormente (World Bank, 1991. P. 33-35)

actividades innovadoras estratégicas para la empresa multinacional se siguen realizando en gran parte en los países de origen. El enfoque de sistemas regionales de innovación se puede considerar como complementario. Aunque no cabe duda que la proximidad y las instituciones regionales específicas resultan importantes, se da el caso de que las regiones están ancladas en el sistema legal-político a nivel central que limita en menor o mayor medida sus actuaciones.

Los logros del marco conceptual recogido en el Sistema Nacional de Innovación se puede resumir, según Edquist (2005) en siete aspectos. Un primer logro de este marco conceptual es que sitúa la innovación y el aprendizaje en el centro del análisis. Innovación no sólo se considera como la creación de nuevos conocimientos sino un papel muy importante lo desempeñan las nuevas combinaciones a partir de conocimientos existentes y su conversión en productos o procesos económicamente comercializables y preferentemente rentables. El aprendizaje (formal en el sistema de educación o debido a la experiencia cotidiana en el trabajo -“learning by doing it<sup>113</sup>”) es una fuente de innovación que aumenta la eficiencia y la productividad en el trabajo (convirtiendo actividades complejas y difíciles en rutinas cotidianas) y en que participa todos los agentes (investigadores, vendedores, ingenieros, obreros de producción, clientes etc. ) de una empresa o sistema de innovación.

Un segundo logro importante del SNI es su enfoque holístico e interdisciplinario. Holístico porque trata de englobar de forma simultánea a todos los determinantes importantes de la innovación y la sinergia que se genera debido a su interacción. E interdisciplinario, ya que se toman en cuenta factores no sólo económicos, sino también institucionales, organizacionales, sociales y políticos. Es decir no se limita al estudio de las actividades de I+D en términos estrictos sino maneja un enfoque amplio de los posibles determinantes e incentivos a la innovación incluyendo un análisis del entorno global en que se realizan estas actividades. Acentúa que todos los elementos del sistema están en menor o mayor medida interrelacionados aunque al mismo tiempo admite que se divide el SNI en subsistemas para agilizar y facilitar el estudio de ciertos aspectos del sistema.

Otro fruto del SNI sería su perspectiva histórica, que se justifica por el hecho de que las innovaciones se desarrollan a lo largo del tiempo (proceso acumulativo). La especialización hacia ciertos sectores o campos tecnológicos a nivel de un país o región no es un proceso aleatorio sino depende mucho del desarrollo específico o de ciertas decisiones (políticos o privados) en el pasado que empujan el sistema productivo y de innovación en cierta dirección. Esta especialización depende mucho del desarrollo histórico del mercado doméstico con un impacto a largo plazo. Además, las empresas innovan dentro del contexto de las leyes, medidas, regulación, hábitos culturales y políticos, establecidas en el pasado, que limitan las posibles opciones y su capacidad de reacción en el futuro. Lo que implica que las innovaciones, organizaciones e instituciones, tecnologías, regiones e incluso países son dependientes del camino recorrido (“path dependency”) que conlleva también ciertos peligros. Por ejemplo, un cambio en la orientación innovadora en ciertos campos tecnológicos o sectores pueden dejar obsoleto a la actividad de ciertas empresas o incluso países o regiones. Esto ocurre

---

<sup>113</sup> Arrow, 1962

sobre todo en el caso de regiones o países con una estructura productiva especializada en uno o algunos pocos sectores altamente relacionados.

El cuarto logro del concepto de SNI y uno de sus elementos más importantes es su énfasis en la interdependencia e interacción -inherente en la idea de sistema y al enfoque holístico- y una visión no lineal del proceso de innovación. La innovación no solo se genera a partir de la creatividad e iniciativa de investigadores individuales sino la interacción debe asegurar el proceso de aprendizaje colectivo y las sinergias llegando a un nivel innovador superior a la suma de las actividades individuales de los agentes del sistema. Además, la interacción y difusión sirve para mejorar el reconocimiento de oportunidades para el uso de los nuevos inventos y las posibles nuevas combinaciones de inventos o innovaciones existentes (Lundvall, p. 221).

El proceso de innovación no es una caja negra que a partir de una cierta cantidad de gastos en I+D se recibe automáticamente una determinada cantidad de “nuevas tecnologías”, como se podría derivar del modelo lineal. Sino la innovación es un proceso no lineal donde la participación, el comportamiento interactivo y el aprendizaje colectivo se basan en retroalimentaciones continuas que influyen sobre el resultado final (modelo interactivo del cambio tecnológico). Este enfoque de un sistema complejo es un logro importante pero también implica un desafío ya que dificulta el estudio de los SNI. Resulta extremadamente difícil analizar de forma simultánea todos los aspectos y agentes en un solo modelo formal.

El reconocimiento de las diferencias existentes de unos sistemas de innovación a otros y de la inexistencia de un sistema óptimo sería otro logro mencionado por Edquist (1992; 2005). El papel y actividades de organizaciones aparentemente iguales son muy distintos debido a diferencias del contexto social, económico o legal. Cada país tiene su propia evolución institucional histórica que influye mucho sobre su capacidad de innovar y de promover cambios, en resumen sobre la vitalidad de su sistema nacional de innovación. Por lo tanto no existe un SNI óptimo ni soluciones óptimas para ciertos problemas o barreras a la innovación por lo que el diseño de las políticas en promoción a la innovación deben estar diseñadas para su aplicación al contexto de un país o región concreta.

El séptimo elemento que destaca Edquist como una ventaja del concepto SNI es que casi todos los autores de esta “teoría” otorgan un papel central a las instituciones. Aunque, como él mismo reconoce, el problema es que no existe un acuerdo sobre la definición exacta de este concepto. Se incluyen estructuras y costumbres normativas, rutinas y tradiciones en las formas de comportamiento e interacción en una sociedad y el sistema económico incluso algunos autores incluyen aquí ciertas organizaciones.

A partir del trabajo de Lundvall et al (2002) se puede añadir como logro importante la importancia renovada de la dimensión política del concepto sistema nacional de innovación. El concepto del SNI es pragmático y los estudios comparativos sobre sistemas nacionales de innovación pueden generar un proceso de aprendizaje mutuo.

## 4.2. Problemas, debilidades y desafíos del SNI

También se pueden señalar algunas lagunas o problemas de marco conceptual que recoge el sistema nacional de innovación. Como se acaba de explicar a partir del concepto de “instituciones” no existe en la literatura un acuerdo implícito sobre los términos recogidos y algunos autores refieren con el mismo término a aspectos distintos e imprecisos. Esto se debe a que la teoría o marco conceptual del SNI todavía es joven y que debería desarrollarse para llegar desde un marco conceptual a una teoría de SNI. Ya que es un marco conceptual relativamente nuevo e intuitivo tampoco se han llegado a un acuerdo sobre los límites del sistema. De hecho no existe un acuerdo sobre la conveniencia de desarrollar la base teórica del enfoque -para poder competir con otras teorías y poder contrastar hipótesis mediante modelos más complejos- o mantener el marco “abierto y flexible” lo que permite ajustar de forma continúa los conceptos a los cambios y la evolución histórica de los sistemas de innovación<sup>114</sup>.

Otro problema según Edquist (2005) es que se han realizado muy pocos estudios que realmente han utilizado el concepto de SNI como metodología analítica, ni tampoco se han definido hipótesis que se pueden contrastar. En general los estudios analizan algún aspecto de forma aislada utilizando la palabra SNI como una etiqueta. Parte de la culpa la tiene el propio marco conceptual del SNI que se presenta en general de forma muy ambiguo sin especificar los distintos conceptos. Para convertir el marco conceptual del SNI en una teoría, se debe definir conceptos claros para que se pueda identificar la correspondencia empírica a construcciones teóricas, es decir, contrastar hipótesis. La perspectiva del sistema nacional de innovación ha generado muchos estudios empíricos pero todos ellos recogen o analizan unos pocos aspectos sin que se haya podido modelizar o analizar los SNI en su conjunto teniendo en cuenta de forma simultánea todos los elementos y sus interacciones. Por ello, el enfoque de Sistema de Innovación debe considerarse un marco conceptual en lugar de una teoría (Edquist, 2005). Convertirlo en una teoría basado en hipótesis y modelos formales sería de hecho un trabajo muy complejo y laborioso siendo uno de los desafíos de este enfoque (Lundvall et al. , 2002).

Los principales objetivos del estudio de los SNI son, según Edquist (2005), el descubrimiento de los determinantes del proceso de innovación y ofrecer ideas para el diseño de posibles políticas que permite mejorar su eficacia y eficiencia. Respecto a las políticas de promoción de la innovación se han realizado muchos estudios tanto a nivel nacional como estudios comparativos en búsqueda de “best practices”. Pero resulta que la aplicación de medidas para crear un sistema de innovación, nacional o regional, no son tan fáciles.

Primero, los conocimientos sobre las relaciones causa-efecto y sobre los determinantes de la innovación todavía no están muy claros. Además, como argumenta Edquist (1997: 20) “...la noción de optimización está ausente de los enfoques de sistemas de innovación. Por lo tanto, no son posibles las comparaciones entre un sistema existente y un sistema ideal. ” De hecho, postular la posibilidad de un diseño óptimo para SNIs implicaría la

---

<sup>114</sup> Por su parte, Lundvall afirma al respecto que “el concepto de [Sistema de Innovación] no debería ser objeto de una *sobreteorización* [overtheorized] sino permanecer un concepto inductivo”, aunque en otro lugar señala la conveniencia de reforzar la base teórica del mismo. Cf. Edquist (2005), pp. 186 y 204, nota 9.

eliminación de la diversidad, una de las características principales del enfoque. Ahora bien, descartar el “sistema ideal” no significa que el concepto no tenga relación con lo que es “bueno” o “malo”. Es a partir de esta noción de “best practices” donde debe avanzarse hacia el diseño de políticas

Segundo, los estudios empíricos existentes se han analizado básicamente a partir de los sistemas de innovación en los países más avanzados y de mayor nivel bienestar (Lundvall et al, 2002; Edquist, 2005). Tercero se podría discutir la etiqueta “nacional” en el caso de los países desarrollados. Como indican Arocena y Sutz, (2006): “Teniendo en cuenta la baja inversión en I+D, baja utilización de instituciones de conocimientos locales, alta dependencia de ciencia y tecnología incorporada proveniente del extranjero, y, por otra parte, sustantiva importancia a la inversión extranjera directa por parte de corporaciones multinacionales: ¿cuán nacionales son entonces los Sistemas Nacionales de Innovación en América Latina?. Por todo ello, se requieren más estudios en los países en desarrollo. Especialmente en estos países será difícil de configurar un sistema de innovación eficaz. La división del trabajo, como ya ha indicado el propio Adam Smith (1937/1776) está limitado al tamaño del mercado doméstico<sup>115</sup>. Por lo que un desarrollo de un sistema nacional de innovación en países poco desarrollados resulta difícil. Para poder dividir el trabajo en el campo innovador debe existir una demanda para la compra de innovación o de la adquisición de servicios ligados a la innovación como la medición, control de calidad, desarrollo de ciertos componentes para productos complejos etc. Para mejorar la utilidad del concepto de SNI para el diseño de políticas Edquist (2005) sugiere la realización de estudios de casos sobre innovaciones específicas o categorías limitadas de innovaciones y estudios comparativos sobre los determinantes.

Liu y White (2001) indica que la debilidad fundamental de la investigación sobre sistemas nacionales de innovación es la “falta de las explicaciones de los factores sistémicos”. Según ellos los estudios deben dirigirse mas a las actividades del sistema recogidos en los conceptos de creación difusión y explotación de innovaciones teniendo en cuenta entre otros las relaciones entre ellos y el papel del sistema educativo. Una aproximación, como hemos visto, parecida a la de Radošević (2004). Edquist (2005) indica al respecto que un estudio que busca una explicación satisfactoria del proceso de innovación siempre es multicausal y por ello la especificación de la importancia relativa de cada uno de los factores debe tener en cuenta esta interdependencia que implica que se refuerzan mutuamente.

---

<sup>115</sup> Su teoría refleja una co-evolución del tamaño del mercado, capital físico y organización del trabajo (Nelson/Nelson, 2002)





## **CAPÍTULO 4. MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN: INDICADORES REGIONALES**

En colaboración con Mikel Navarro

### **1. Introducción.**

Siguiendo la línea de análisis que se ha presentado en los dos capítulos precedentes, nuestro punto de partida ahora es la consideración de que los procesos de generación de conocimientos sobre los que se sustenta la innovación se desarrollan dentro de un sistema en el que interactúan distintos tipos de organizaciones y agentes que ven condicionadas sus decisiones por la configuración del marco institucional en el que operan. Ese sistema de innovación puede ser aprehendido desde distintas perspectivas territoriales, siendo la que aquí nos interesa la que pone el énfasis en el plano regional. Las regiones se han configurado, en efecto, como espacios para la innovación, no sólo como resultado de la existencia de externalidades vinculadas con la geografía y la aglomeración, sino también como consecuencia de una configuración política que ha dado lugar a la aparición de instrumentos y entidades promocionales impulsados por sus instituciones de gobierno y representación. En España, ello ha tenido lugar en el ámbito de las Comunidades Autónomas dentro del proceso mismo de constitución del sistema nacional de innovación<sup>116</sup>; y en los otros países de la Unión Europea se ha producido bajo diferentes sistemas de descentralización política y administrativa, de manera que es posible identificar en ellos distintos tipos de entidades territoriales que cuentan con un cierto nivel competencial para desarrollar políticas de innovación<sup>117</sup>.

La complejidad de los sistemas nacionales o regionales de innovación, determinada por la multiplicidad de agentes que operan en ellos, por la existencia de diferentes tipos de instituciones orientadas a su articulación, por la densidad de las relaciones que se establecen entre esos agentes e instituciones y por la variedad de las políticas destinadas a corregir los fallos de mercado a los que se sujeta la asignación de los recursos destinados a la creación de conocimientos científicos y tecnológicos, hace que para representarlo y medirlo sea necesario recurrir a múltiples variables y, por tanto, a un extenso cuadro de indicadores en el que se puedan trazar todas esas dimensiones.

Un cuadro de indicadores referidos a las instituciones y agentes implicados en los procesos de creación de conocimiento tecnológico y de innovación, ha de considerar los recursos destinados a financiar y sostener sus actividades, las formas organizativas bajo las que se realiza la asignación de esos recursos y los resultados que se desprenden de ellos, singularmente aquellos que inciden directa o indirectamente sobre las actividades de producción de bienes y servicios. La complejidad de un cuadro de indicadores así concebido, dependerá de la capacidad que se tenga para identificar los elementos del sistema de innovación y del sistema económico más relevantes y sus interrelaciones, así

---

<sup>116</sup> Véase para la formación del sistema nacional de innovación en España, Buesa (2003).

<sup>117</sup> Vid. sobre este asunto Baumert (2006), donde se identifican, dentro de los quince países pertenecientes a la Unión Europea con anterioridad a la última ampliación, 146 regiones que cuentan con competencias administrativas o políticas referentes a la innovación.

como de la disponibilidad de datos estadísticos adecuados para medir esas relaciones o, cuando menos, algunos aspectos parciales de ellas que puedan ser considerados como representativos de su evolución. Consecuentemente con lo anterior, la batería de indicadores a considerar ha de referirse, en primer lugar, a los *recursos y de resultados* de los procesos de innovación, considerando, por una parte, los *inputs* empleados por el sistema de innovación y, por otra, los *outputs* que se derivan de las actividades desarrolladas dentro de él. Por otra parte, han de tenerse en cuenta las actividades que, de manera esencial, se orientan a obtener nuevos conocimientos, distinguiendo con precisión los ámbitos de *la ciencia y de la tecnología*. A este respecto, debe tenerse en cuenta que la ciencia se orienta al desarrollo del conocimiento abstracto de carácter general [Pavitt, 1991] y se sujeta a reglas específicas de validación —básicamente la divulgación completa de sus resultados y el reconocimiento social de sus autores como factor de mérito [Dasgupta y David, 1987]— que hacen que, para asegurar la eficiencia, el acceso a su contenido sea libre [Nelson, 1959; Foray, 1991] y, por tanto, se requieran recursos gubernamentales para su financiación [Nelson, 1959, Arrow, 1962 y Foray, 1991]. En cambio, la tecnología se refiere al conocimiento concreto relacionado con la producción de bienes y servicios, que, además de ser específico, es en buena medida de carácter tácito o implícito [Pavitt, 1991], y cuya obtención se realiza en un marco protegido contra la imitación y sujeto a una norma general de secreto para facilitar su apropiación por los agentes la desarrollan. Ésta es, empero, por lo general incompleta, con lo que las externalidades del conocimiento se desbordan hacia los demás agentes económicos [Cohendet *et al.* , 1998], justificándose así una limitada intervención pública en la correspondiente asignación de recursos [Foray, 1991]. Todo ello hace que, si el análisis se orienta preferentemente al diagnóstico de la capacidad del sistema económico para sustentar su desarrollo en la innovación, los indicadores que conciernen a la ciencia hayan de ser tenidos en cuenta con un carácter complementario con respecto a los referidos a la tecnología.

Nuestro propósito en este capítulo es presentar los principales indicadores del sistema de innovación en el ámbito regional, teniendo en cuenta tanto los aspectos metodológicos que les conciernen, como las fuentes de datos de que se dispone para elaborarlos. Ese cuadro de indicadores —que se estructura de acuerdo con el esquema que se presenta en el gráfico 1— alude a cuatro grandes capítulos: el entorno económico y productivo de la innovación, la investigación científica, las actividades de creación de conocimiento en las empresas innovadoras y las políticas e instituciones de apoyo a la innovación. Y, dada la creciente importancia que, tanto desde una perspectiva teórica como desde otra empírica, ha adquirido la vinculación entre innovación y competitividad, se añade un epígrafe referido a los principales indicadores que dan cuenta de este último concepto.

<b>Manuales de innovación</b> Para llevar adelante ejercicios de medición, ya sea tanto en Innovación, como en otros temas afines, existe un conjunto de Manuales y Guías de pautas generales que contribuyen a alcanzar el doble objetivo de obtener resultados útiles y conmensurables. Estos manuales suelen ser el resultado del trabajo conjunto de la comunidad internacional, bajo la coordinación de organismos internacionales. A nivel global, mayoritariamente, estos fueron redactados por la OECD. A nivel regional, el rol de la RICYT se destaca. En particular resulta importante señalar que el fruto del trabajo de la red en materia de indicadores específicos para la región quedó plasmado en la inclusión de un anexo para países en desarrollo a partir de la revisión 2005 del Manual de Oslo. A continuación, ponemos a disposición de la comunidad los principales manuales referidos a la medición de la CTI.		
<b>Manual de Oslo</b>	<i>Guía para la recolección e interpretación de datos sobre innovación.</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manual de Bogotá</b>	<i>Ídem Oslo pero con especificidades para países en desarrollo</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manuales de la familia Frascati (excepto Oslo)</b>		
<b>Manual de Frascati</b>	<i>Guía para la recolección e interpretación de datos sobre I+D.</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manual de Canberra</b>	<i>Guía para la recolección e interpretación de datos sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología.</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manual de Balance de Pagos Tecnológico</b>	<i>Provee de un método estándar para las encuestas y recolección de datos de comercio de tecnología desincorporada</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manual de Patentes</b>	<i>Provee información sobre datos de patentes usados en la medición de la ciencia y la tecnología, la construcción de indicadores de actividad tecnológica, también guías para la compilación e interpretación de datos sobre patentes.</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Otros manuales</b>		
<b>Manual de Lisboa</b>	<i>Manual o Guía de procedimientos, que aborde de manera integral las cuestiones referidas a qué, quién y cómo medir la Sociedad de la Información, así como un conjunto de recomendaciones para la interpretación y análisis de los indicadores que se elaboren</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manual de Santiago</b>	<i>Metodología para la medición de la intensidad y descripción de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.</i>	<a href="#"><u>Ver</u></a>
<b>Manuales en desarrollo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Bajar</b>
<b>Manual de Buenos Aires</b>	<i>Indicadores de Carreras de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en Iberoamérica</i>	En proceso
<b>Manual de Antigua</b>	<i>Indicadores de Percepción Pública de la Ciencia.</i>	En proceso

Fuente: [http://innovacion.ricyt.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22&Itemid=11](http://innovacion.ricyt.org/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=11)

**Gráfico 1: Esquema del Sistema de Innovación y sus indicadores**



## 2. El entorno económico y productivo de la innovación.

De acuerdo con el enfoque evolucionista del cambio tecnológico<sup>118</sup>, la tecnología es, en esencia, un conjunto de conocimientos expresos y tácitos que residen en las organizaciones que participan en su creación y utilización. Ello ha colocado a las actividades productivas en el primer plano del análisis de los sistemas de innovación. Ello es así porque el conocimiento sólo puede aprehenderse por medio del aprendizaje que proporciona el estudio —lo que da importancia a la I+D, el diseño y la ingeniería— y la experiencia —lo que remite a la producción—; y, en consecuencia, cuando se examinan los casos concretos debe aludirse a las principales variables que delimitan esas actividades o, como señala Porter, al «entorno en el que las empresas mejoran e innovan y siguen haciéndolo más deprisa y con mejores orientaciones que sus rivales internacionales»<sup>119</sup>. Siguiendo a este autor, puede señalarse que ese entorno comprende una amplia variedad de elementos que pueden agruparse, tal como se ha hecho en el gráfico 1. 1, bajo los epígrafes alusivos a las condiciones de la demanda, la estructura productiva, el marco de la rivalidad competitiva y los recursos humanos e institucionales<sup>120</sup>.

**Cuadro 1: Indicadores referidos a las condiciones de la demanda**

Indicadores	FUENTES
<input type="checkbox"/> Tamaño del mercado [PIB] [Población] <input type="checkbox"/> Capacidad adquisitiva [PIB por habitante] [Equidad distributiva: Índice de Gini] <input type="checkbox"/> Sofisticación de la demanda [PIB relativo por habitante] (El área de referencia debe ser escogida con criterios convencionales)	Contabilidad Nacional y Regional Censos de Población Ídem Presupuestos Familiares Contabilidad y Censos en fuentes internacionales (Eurostat, OCDE)
<b>Notas metodológicas</b> Las metodologías de estimación del PIB y de la Población están bien establecidas y son generalmente homogéneas en todos los países. Ello hace que las comparaciones internacionales sean fiables. No obstante, en países poco desarrollados existen deficiencias del sistema estadístico que afectan a la fiabilidad de los datos.	

El primero de estos epígrafes toma en consideración el tamaño global del mercado —lo que puede aproximarse a través del valor del PIB o el número de habitantes—, la capacidad adquisitiva de la población —que se expresa tanto en el PIB *per capita*, como en el grado de equidad distributiva— y la sofisticación de sus gustos, así como su nivel exigencia como consumidores —que pueden abstraerse a partir del PIB relativo por habitante—. Para todos estos elementos se dispone, por lo general de fuentes de información regionalizadas que, como se muestra en el cuadro 1, no presentan problemas metodológicos relevantes.

<sup>118</sup> La raíz de este enfoque hay que buscarla en Nelson y Winter (1982) y su idea de que la innovación tecnológica es el resultado de la búsqueda de soluciones a los problemas de la producción, partiendo de una determinada base de conocimiento y desarrollando un proceso de aprendizaje. Un desarrollo sistemático de las implicaciones de esta idea seminal, es el que expone Dosi (1988). El lector interesado en un balance de los desarrollos teóricos y empíricos del evolucionismo, puede acudir a los trabajos de Arena y Lazaric (2003) y de Dosi y Winter (2003).

<sup>119</sup> Cfr. Porter (1991), pág. 109.

<sup>120</sup> Vid. además de Porter (1991), en especial el capítulo III, por su específica orientación al análisis de la innovación, Porter, Furman y Stern (2000).

El segundo de los aspectos del entorno de la innovación, se refiere a la estructura productiva. Este elemento refleja las posibilidades y límites del aprendizaje tecnológico, pues es en las actividades de producción donde tiene lugar la difusión y empleo de los conocimientos que se derivan de aquel. Los indicadores que pueden utilizarse para su análisis se refieren a la distribución del valor añadido entre las distintas ramas de producción de bienes y servicios. Y lo más relevante en este caso es, como se destaca en el cuadro 2, la agregación de los datos en agrupaciones sectoriales que sintetizan las características tecnológicas de esas ramas. A este respecto, la clasificación más usual es la que, con referencia a las industrias manufactureras, ha propuesto la OCDE<sup>121</sup> y se ha completado por Eurostat para los sectores de servicios<sup>122</sup>. Esta clasificación ha servido en España para la recopilación de datos alusivos a los sectores de alta tecnología por parte del INE<sup>123</sup>, que se ofrecen en su página web. Basada en la intensidad directa e indirecta con la que se emplean recursos de I+D —medida a través del gasto con relación al valor de la producción— y, en el caso de los servicios, en el empleo de mano de obra de alta cualificación, su contenido se muestra en el cuadro 3.

Sin embargo, ofrecen un mayor interés teórico las clasificaciones que se basan en los conceptos de trayectoria tecnológica y de régimen tecnológico. Ambos conceptos se derivan de la consideración del carácter acumulativo de los procesos de aprendizaje, la variedad de las fuentes de las que éstos se nutren, la desigualdad de las oportunidades tecnológicas y la multiplicidad de las formas de protección de las innovaciones, y aluden a las formas organizativas de la innovación en las diferentes actividades de producción. Basándose en la identificación la trayectoria tecnológica dominante en las empresas de cada sector a partir de las fuentes de la tecnología, las necesidades de los clientes o usuarios de los productos y las formas de apropiación de los avances en el conocimiento, Keith Pavitt<sup>124</sup> propuso la taxonomía de patrones sectoriales de cambio tecnológico que se refleja en el cuadro 4 y que se concreta en cuatro tipos de sectores:

- El primero recoge los casos en los que la innovación se basa en la oferta de los proveedores de bienes de equipo, materiales o componentes, así como de los servicios de asesoramiento tecnológico, como es el caso de la agricultura, la construcción o los servicios de mercado. Su trayectoria tecnológica se orienta a reducir los costes de producción para poder competir en unos mercados en los que los principales clientes son muy sensibles a los precios.
- El segundo se refiere a los sectores que explotan las economías de escala, tales como los que producen materiales por medio de procesos continuos o los que ofertan bienes de consumo duradero y vehículos. Debido a que se enfrentan a una demanda elástica a los precios que toma también en consideración las variedades ofertadas, su trayectoria tecnológica se orienta a perfeccionar los procesos productivos para reducir costes, así como a la diferenciación de los productos actuando sobre su diseño.

---

<sup>121</sup> Vid. OCDE (1995) y (1997).

<sup>122</sup> Vid. Eurostat (1998a) y (1998b).

<sup>123</sup> Vid. INE (2002).

<sup>124</sup> Vid. Pavitt (1984a) y (1984b).

**Cuadro 2: Indicadores referidos a la estructura productiva**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Distribución porcentual del VAB por ramas de la producción (Evolución temporal y comparación internacional)	<i>Contabilidad Nacional y Regional</i> <i>Fuentes internacionales (Eurostat, OCDE)</i>
<i>Notas metodológicas</i> Existen limitaciones en cuanto a la desagregación de los datos regionales por ramas de actividad, lo que se deriva en una cierta dificultad para emplear determinados tipos de agrupaciones (por nivel tecnológico, según las trayectorias tecnológicas o teniendo en cuenta el régimen tecnológico). Asimismo, para períodos alejados la disponibilidad de deflatores desagregados sectorialmente es limitada, en especial para las comparaciones internacionales. Por otra parte, conviene agregar las actividades manufactureras y de servicios según su nivel tecnológico (intensidad en I+D) o su intensidad en conocimiento (empleo de titulados superiores); o bien teniendo en cuenta su trayectoria de innovación o su régimen tecnológico.	

**Cuadro 3: Nivel tecnológico de los sectores productivos**

Nivel tecnológico de las industrias manufactureras según la OCDE			
<i>Alto</i>	<i>Medio-alto</i>	<i>Medio-bajo</i>	<i>Bajo</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeroespacial</li> <li>• Equipos de oficina e informáticos</li> <li>• Equipos radio, TV y telecomunicaciones</li> <li>• Industr. Farmacéutica</li> <li>• Instrumentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos</li> <li>• Industria Química</li> <li>• Maquinaria mecánica</li> <li>• Maquinaria eléctrica</li> <li>• Material ferroviario y otro material de trans-porte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de minera-les no metálicos</li> <li>• Refino petróleo</li> <li>• Construcción naval</li> <li>• Metalurgia</li> <li>• Productos metálicos</li> <li>• Caucho y plásticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel y edición</li> <li>• Alimentos, Bebidas y tabaco</li> <li>• Madera y corcho</li> <li>• Textil y confección</li> <li>• Muebles</li> <li>• Otras manufacturas</li> </ul>
Sectores de servicios según Eurostat			
<i>Alta tecnología</i>	<i>Intensivos en conocimiento*</i>	<i>Otros servicios</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correos, telecomunicaciones</li> <li>• Actividades informáticas</li> <li>• Investigación y desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte naval y aéreo</li> <li>• Intermediación financiera</li> <li>• Seguros y planes de pensiones</li> <li>• Actividades inmobiliarias</li> <li>• Alquiler de maquinaria</li> <li>• Otros servicios a empresas</li> <li>• Educación</li> <li>• Sanidad y servicios sociales</li> <li>• Actividades recreativas, culturales y deportivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercio mayorista</li> <li>• Comercio minorista</li> <li>• Hostelería</li> <li>• Transporte terrestre</li> <li>• Actividades anexas al transporte</li> <li>• Saneamiento público</li> <li>• Servicios personales</li> </ul>	

Fuente: Elaborado a partir de OCDE y Eurostat.

\* Incluye los servicios de alta tecnología.



## Medición de la innovación: indicadores regionales

**Cuadro 3: Trayectorias tecnológicas sectoriales**

Tipo de sector	Sectores típicos	Determinantes de la trayectoria			Trayectorias Tecnológicas	Características medidas del sector			
		Fuentes de la tecnología	Tipo de usuarios	Métodos de apropiación		Origen de la tecnología	Orientación de la innovación	Tamaño de los innovadores	Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica
Dominado por los oferentes	Agricultura Construcción Servicios de mercado Industrias tradicionales	I+D de los proveedores Servicios de extensión Grandes usuarios	Sensible al precio	Marcas Publicidad Diseño	Reducción de costes	Oferentes	Procesos de producción	Pequeño	Baja-Vertical
Producción intensiva de escala	Materiales (vidrio, acero... ) Bienes de consumo duradero Automóvil	Oferentes de equipos I+D Dto. de ingeniería	Sensible al precio	Secreto del proceso y “know-how” Economía de aprendizaje	Reducción de costes y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción	Grande	Alta-Vertical
Suministradores especializados	Maquinaria Instrumentos	Diseño y desarrollo por los usuarios	Sensible al resultado y Eficacia	Diseño “Know-how” Patentes Relación con los usuarios	Diseño de productos	Interna Clientes	Productos	Pequeño	Baja-Concéntrica
De base científica	Electrónica Material eléctrico Química	I+D Ciencia pública Dto. de ingeniería	Sensible al precio y al resultado	I+D “Know-how” Patentes Secreto del proceso Economía de aprendizaje	Reducción de costes y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción y Productos	Grande	Baja – Vertical o Alta – Concéntrica

Fuente: Pavitt (1984a)

- El tercero recoge a las empresas que actúan como suministradores especializados de otros sectores, esencialmente a los fabricantes de equipos e instrumentos. En este caso, partiendo de un importante esfuerzo de diseño, así de la comunicación y experimentación con los usuarios, la trayectoria tecnológica se orienta a la obtención de productos diferenciados.
- Y el cuarto se refiere a las empresas que producen bienes en los que se incorpora el conocimiento científico, como las que operan en sectores como la maquinaria eléctrica y electrónica o la industria química. Aquí la trayectoria tecnológica, dependiendo del conocimiento que se absorbe, puede orientarse a la reducción de costes para extender el mercado a un creciente número de usuarios sensibles al precio, o bien al diseño de productos de nuevas variedades que hacen emerger también nuevos mercados.

La otra propuesta aludida, es la que, desarrollando algunas de las ideas de Nelson y Winter, ha sido expuesta por Malerba y Orsenigo con relación a la delimitación de los regímenes tecnológicos schumpeterianos<sup>125</sup>. Éstos se conciben como modelos concretos de organización de la actividad tecnológica que reflejan las características sectoriales de la tecnología —como son la oportunidad, la apropiabilidad, las bases del conocimiento y la acumulatividad— y que se expresan a partir de variables como la concentración de las innovaciones, la rotación de los agentes innovadores, la estabilidad en la jerarquía de los innovadores y su distribución por tamaños. Partiendo de un análisis empírico, estos autores proponen una tipología sectorial en la que caben dos tipos regímenes, existiendo también un conjunto de sectores no claramente adscritos a ellos (véase el cuadro 5):

- Por una parte, el *régimen Schumpeter I* o de los *emprendedores*, en el que se recogen los sectores donde la concentración de las actividades innovadoras es baja, los innovadores son de tamaño pequeño, existe una gran turbulencia en cuanto a las empresas que entran y salen del conjunto de las innovadoras y, paralelamente, se registra una reducida estabilidad en cuanto a su presencia dentro de él.
- Y, por otra, el *régimen Schumpeter II* o de *innovación rutinaria*, que reúne las ramas que exhiben una elevada concentración de las actividades innovadoras, un gran tamaño entre los innovadores y una reducida turbulencia en la rotación de las firmas que entran o salen del conjunto de las innovadoras.
- El tercer aspecto a considerar en cuanto al entorno de la innovación es el que busca analizar la rivalidad competitiva de las empresas. Ésta favorece la carrera por ofrecer nuevos y mejores productos y servicios, reducir los costes y mejorar la eficiencia. Sus determinantes guardan relación con las instituciones que regulan los mercados y la competencia, así como con el nivel de apertura exterior de las economías —pues ésta favorece la rivalidad internacional— y también con el grado de concentración de los mercados —que puede originar una estructura oligopolista en ellos—.

**Cuadro 5: Regímenes tecnológicos sectoriales <sup>1</sup>**

<i>Régimen de Emprendedores (I)</i>	<i>Régimen Rutinario (II)</i>	<i>Sectores no adscritos <sup>2</sup></i>
-------------------------------------	-------------------------------	---

<sup>125</sup> Vid. Malerba y Orsenigo (1990), (1995) y (1996).

Cuero y calzado	Gas, hidrocarburos y petróleo	Alimentos y tabaco
Muebles	Química orgánica	Minería
Agricultura	Compuestos macromoleculares	Química inorgánica
Química, Procesos físicos	Bioquímica e ingeniería biológica y genética	Nuevos materiales
Preparaciones médicas	Aeronáutica	Adhesivos, revestimientos y resinas sintéticas
Procesos químicos para los alimentos y el tabaco	Tecnologías láser	Compuestos químicos varios
Máquinas-herramienta	Óptica y fotografía	Drogas
Automatización industrial	Ordenadores y proceso de datos	Fibras naturales y artificiales, Papel
Máquinas industriales y equipos	Otros equipos de oficina	Tratamientos químicos de las fibras naturales o artificiales y el papel
Ferrocarriles y Embarcaciones	Componentes electrónicos	Productos químicos para la agricultura
Aparatos para la manipulación de materiales	Telecomunicaciones	Metalurgia
Ingeniería civil e infraestructuras	Sistemas multimedia	Maquinaria agrícola
Ingeniería mecánica	Armas y municiones	Automóviles, motocicletas y otros vehículos terrestres
Tecnologías mecánicas y eléctricas	Tecnología nuclear	Aparatos y sistemas eléctricos
Aparatos eléctricos para el hogar		Electrónica de consumo
Sistemas de iluminación		
Instrumentos de medida y control		
Decoración y artes figurativas		
Otros		

Fuente: Malerba y Orsénigo (1996)

<sup>1</sup> Los sectores se definen como agregados de subclases de la Clasificación Internacional de Patentes.

<sup>2</sup> Sectores para los que los resultados difieren entre países y no pueden ser adscritos inequívocamente a uno de los dos regímenes definidos en las otras columnas del cuadro.

Algunos de los indicadores que reflejan estos elementos son los que se reúnen en el cuadro 6. Por una parte, se alude a la importancia relativa del comercio internacional con respecto al PIB, que, en el plano regional, no incluye todas las transacciones exteriores, pues también tienen este carácter las que se realizan en el plano interregional. Dado que estas últimas están sesgadas favorablemente por un “efecto frontera” que hace que para las empresas sea más fácil realizar negocios en su mercado nacional que en los mercados extranjeros<sup>126</sup>, a los efectos que aquí nos ocupan son sólo relevantes las primeras. Por otro lado, también se incluye un indicador sencillo de concentración, pues otros de mayor complejidad son de difícil aplicación en el ámbito regional por la dificultad que supone allegar los datos necesarios<sup>127</sup>. Y, en tercer lugar, se mencionan varios índices agregados que hacen referencia a la libertad de mercado, la corrupción y, sólo para las regiones españolas, la intensidad reguladora de sus gobiernos autonómicos.

Estos índices tienen un gran interés al recoger los aspectos de la organización institucional de los mercados que, al mediatizar los procesos de competencia, influyen sobre la innovación y la eficiencia<sup>128</sup>.

<sup>126</sup> El “efecto frontera” fue destacado inicialmente, para el caso canadiense, por McCallum (1995) y ha dado lugar a una abundante literatura, siendo destacables los trabajos de Wei (1996), Evans (2003), Anderson y Van Wincoop (2003) y Chen (2004). Para el caso de las regiones españolas, puede verse Minondo (2003) y Gil-Pareja, Llorca-Vivero, Martínez-Serrano y Oliver-Alonso (2005). Asimismo, tiene interés la síntesis elaborada por Minando (2006).

<sup>127</sup> Sobre las medidas de la concentración y su relación con la formación de estructuras de mercado oligopolistas, vid. Clarke (1993), capítulos 2 y 3, y Cabral (1997), capítulos 2 y 3.

<sup>128</sup> Vid. Bassanini, Scarpetta y Visco (2000), Scarpetta, Hemmings, Tressel y Woo (2002) y Phelps (2003).

**Cuadro 6: Indicadores referidos a la rivalidad competitiva**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Apertura comercial exterior $\left[ \frac{X+M}{PIB} \right]$	<i>Estadísticas de comercio exterior</i>
<input type="checkbox"/> Concentración de mercados $[C_4] \left[ H = \sum_{i=1}^N S_i^2 \right]$	<i>Estadísticas y directorios industriales</i>
<input type="checkbox"/> Índice de Libertad Económica <input type="checkbox"/> Índice de Percepción de la Corrupción <input type="checkbox"/> Índice de Intensidad Regulatoria Industrial <input type="checkbox"/> Intensidad de Regulación Comercial	The Heritage Foundation Transparency International La Caixa (regiones españolas) Institut Cerdà (regiones españolas)
<i>Notas metodológicas</i>	
<p>Las estadísticas de comercio exterior, basadas en el control de fronteras y en diversos convenios internacionales, pueden considerarse homogéneas y comparables internacionalmente. Varios organismos internacionales (Eurostat, OCDE, Banco Mundial, ONU) elaboran datos para una multiplicidad de países. En el plano regional, en España se cuenta con datos regularmente publicados por el Departamento de Aduanas de la Agencia Tributaria.</p> <p>Las estadísticas y censos industriales distan de ser homogéneas por países y existen importantes dificultades para el estudio de la concentración. Para la Unión Europea, Eurostat reúne datos sectoriales del número de empresas y el empleo por países y ramas. En el plano regional español se cuenta con fuentes referentes a cada Comunidad Autónoma, así como con la posibilidad de efectuar explotaciones regionalizadas de las fuentes del INE (Directorio Central de Empresas y Encuestas Industriales y de Servicios).</p> <p>El Índice de Libertad Económica recoge 50 variables referidas a las áreas de Política comercial, Carga impositiva del Gobierno, Intervención del Gobierno en la economía, Política Monetaria Flujos de capital e inversión extranjera, Actividad bancaria y financiera, Salarios y precios, Derechos de propiedad, Regulaciones y Actividad del mercado informal. Cada uno de estos capítulos pondera de la misma manera en el Índice y se cuantifican sobre una escala de 1 a 5. Los datos se elaboran para 161 países desde el año 1995, no existiendo una consideración regional en ellos.</p> <p>El Índice de Percepción de la Corrupción se basa en doce encuestas realizadas por diferentes instituciones en las que se entrevista a residentes y no residentes en los distintos países del mundo acerca de ese fenómeno, así como en informes de expertos. Los rankings obtenidos por esas fuentes se estandarizan por medio de una técnica de correlación de percentiles y se someten a una transformación beta. Se elabora para 163 países.</p> <p>El Índice de Intensidad Regulatoria Industrial pone en relación la participación de cada Comunidad Autónoma en la producción normativa industrial de carácter regional con la correspondiente al valor añadido de la industria en el total nacional.. Comprende el período 1978–2004.</p> <p>La Intensidad de Regulación Comercial agrega tres variables: el grado de restricción en la concesión de licencias comerciales, la existencia de planes sectoriales de equipamiento comercial y el grado de libertad de horarios comerciales. Su rango va de 0 a 100 y se obtiene para las Comunidades Autónomas en 2005.</p>	

El primero de los señalados alude a un amplio conjunto de aspectos económicos e institucionales que delimitan el grado de libertad con la que los operadores de los mercados, productores y consumidores, pueden adoptar decisiones referidas a la asignación de los recursos<sup>129</sup>, por lo que se puede adoptar como un indicador general del marco institucional de las economías de los países —y de sus regiones— para los que se elabora. El segundo se centra en un problema específico —la corrupción— que actúa como elemento distorsionador de las decisiones de inversión y, por ello, afecta negativamente al desarrollo económico y, por ende, a la innovación<sup>130</sup>. Y los dos últimos, que tienen como referente las regiones españolas, toman en consideración el intervencionismo regulador de las Administraciones Públicas en materia industrial y comercial, aspecto éste que ha sido, por el momento, poco explorado<sup>131</sup>.

<sup>129</sup> Para los aspectos metodológicos, vid. Miles *et al.* (2005), capítulo 5.

<sup>130</sup> Vid. Transparency International (2006) y Alacaide (2004)

<sup>131</sup> Viv Gual *et al.* (2006) para la presentación de los resultados y para el análisis de su relación con la productividad.

Finalmente, cabe hacer una alusión a los recursos humanos e institucionales con los que se cuenta para el impulso de la innovación en las regiones. El papel de los primeros ha sido ampliamente destacado en la literatura sobre el crecimiento económico endógeno y ha sido, por ello, recogido específicamente por la investigación en materia de innovación aludiendo al concepto de “recursos humanos en ciencia y tecnología” que, de acuerdo con el *Manual de Canberra* de la OCDE<sup>132</sup>, reúne a las personas que han completado sus estudios de tercer grado en una disciplina científica o tecnológica, o bien ejercen una profesión científica o técnica que requiere esa formación, aún cuando no se hayan realizado los estudios correspondientes. La medición de este indicador con una desagregación regional, según se muestra en el cuadro 7, puede realizarse a partir de la *Encuesta de Población Activa*, aunque no cabe descartar que esta fuente, en algunas regiones de dimensión reducida, acarree unos márgenes de error elevados<sup>133</sup>. Y por lo que respecta a los recursos institucionales, su importancia estriba en la posibilidad que ofrecen para encauzar el sistema regional de innovación hacia determinadas soluciones que pueden mejorar o, en su caso, empeorar la asignación de recursos, así como encauzar la creatividad de los individuos y las organizaciones hacia la innovación y la competitividad<sup>134</sup>.

## 2. La investigación científica.

La investigación científica se desarrolla principalmente en los OPI y las Universidades. Su orientación, como ya se ha señalado con anterioridad, se dirige principalmente a la obtención de un conocimiento general, de naturaleza abstracta, no específicamente vinculado a los problemas de la producción de bienes y servicios. La validación de ese conocimiento se sujeta a las reglas de difusión pública y completa de sus resultados, de manera que puedan ser replicados y discutidos por la comunidad científica, y de concesión a sus autores de la prioridad en el reconocimiento social de sus logros y, eventualmente, en la asignación de los derechos de propiedad intelectual que pudieran corresponderles. Desde la perspectiva económica, el respeto a estas reglas —que, en lo fundamental, garantizan el libre acceso a su contenido— es estrictamente necesario para asegurar la eficiencia estática, así como para favorecer el aprovechamiento de las externalidades ligadas a la ciencia. Pero ello implica que los incentivos para que el sector privado destine recursos a este tipo de investigación serán mínimos y que, en consecuencia, deba ser el gobierno quien se ocupe de su financiación.

**Cuadro 7: Indicadores referidos a los recursos humanos e institucionales**

Indicadores	Fuentes
☐ Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (Personas con formación de tercer grado o que ejercen una profesión científica o técnica con respecto	<i>Encuestas sobre población activa</i>

<sup>132</sup> Vid. OECD (1994).

<sup>133</sup> Una aplicación de la metodología del Manual de Canberra a partir de la *Encuesta de Población Activa* a las regiones españolas, concretamente a la Comunidad de Madrid, se recoge en Buesa *et al.* (2002), capítulo 4. Sobre los problemas de representatividad de las muestras entrevistadas en la EPA para las regiones de reducida dimensión, vid Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 66 y 67.

<sup>134</sup> En Buesa (2003), pág. 242, se ofrece una consideración del papel de este tipo de recursos en la formación del sistema nacional de innovación en España.

a la Población) <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Normas jurídicas</li> <li><input type="checkbox"/> Prácticas administrativas</li> <li><input type="checkbox"/> Respeto a los derechos de propiedad</li> <li><input type="checkbox"/> Seguridad jurídica</li> <li><input type="checkbox"/> Gestión de la ciencia y la tecnología</li> <li><input type="checkbox"/> Valoración de la excelencia</li> </ul>		<i>Repertorios legislativos</i>  <i>Encuestas de opinión</i>
<b>Esquema explicativo del stock de RHCT</b>		
	Población con formación de tercer grado (Universitaria y técnico–profesional) (Niveles 5 a 7 de la CINE)	<i>Población sin formación de tercer grado</i>
<i>Ocupados de los grupos 2 (técnicos, profesionales, científicos e intelectuales) y 3 (id. de apoyo) según la CIUO</i>	RHCT	
<i>Ocupados en otros grupos</i>		
Parados		
Inactivos		
<p style="text-align: center;"><b>RHCTE</b> (Recursos Humanos con Formación de Tercer Grado)</p> <p>CINE: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación.  CIUO: Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones.  Fuente: Elaborado a partir de OCDE (1995): Manual de Canberra</p>		<b>RHCTO</b> (Recursos Humanos Ocupados en Ciencia y Tecnología)
<b>Notas metodológicas</b>		
El indicador de RHCT ha sido poco experimentado debido a su reciente formulación. Las Encuestas sobre Población Activa sólo ofrecen los datos necesarios en los últimos años (en España a partir de 1994) y pueden tener problemas de error de muestreo para las regiones de tamaño reducido. Eurostat ofrece este indicador para los países de la Unión Europea.		

Los principales indicadores sobre la investigación científica se refieren a los recursos que se emplean para su ejecución y a los resultados que se derivan de ella. Los primeros se han recogido en el cuadro 8 y toman en consideración tanto el gasto que se realiza en los OPI y las Universidades para cubrir los costes de los laboratorios, infraestructuras y grupos de investigación, como la dotación de recursos humanos con los que cuentan éstos, sean o no investigadores. Asimismo, dentro de este ámbito se pueden elaborar indicadores alusivos a la organización de esos recursos, como son los que tienen en cuenta el gasto por investigador, la parte de la I+D que financian las empresas —que refleja la intensidad de las relaciones entre la ciencia y la industria<sup>135</sup>— o la distribución de los mismos por tipos de investigación o áreas de conocimiento.

En el cuadro 8 se alude a que la fuente de información más relevante para el estudio de los recursos que se emplean en la investigación científica es la *Estadística de I+D*. Más allá de los aspectos metodológicos más destacados que se sintetizan en el cuadro,

<sup>135</sup> Esta cuestión es relevante, pues esas relaciones son necesarias para la progresión de los procesos de aprendizaje tecnológico en el mundo empresarial, aunque, como señala la OCDE (1998, pág. 88), han de estar limitadas para que la orientación de la investigación científica «no se vea sacrificada o comprometida por el aliciente de la ganancia comercial a corto plazo». La razón no es otra que las externalidades de la ciencia y su decisiva influencia sobre el desarrollo económico se gestan esencialmente en la investigación básica [Guellec y Van Pottelsberghe (2001), Bassanini y Scarpetta (2001) y OCDE (2001)] por lo que ésta, como ya advirtió Nelson (1959, pág. 150) no se debe ver privada «de las instalaciones universitarias y de los científicos»

conviene anotar que esta fuente se centra en los recursos financieros y humanos que las Administraciones Públicas, las Universidades y centros de enseñanza superior, las empresas y las Instituciones privadas sin fines de lucro dedican al sostenimiento de las actividades de creación de conocimientos científicos y tecnológicos. De acuerdo con el *Manual de Frascati*<sup>136</sup>, el concepto de I+D se refiere a los trabajos o actividades de naturaleza creativa que se desarrollan de una manera sistemática con la finalidad de aumentar los conocimientos científicos y técnicos disponibles, así como los de aplicación de ellos a la obtención de nuevos dispositivos, mecanismos, materiales, productos o procesos.

**Cuadro 8: Indicadores referidos a los recursos empleados en la investigación científica**

Indicadores	Fuentes
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Gasto en I+D de Universidades y OPI:</li> <li>✓ Como % del PIB</li> <li>✓ Por habitante <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Personal ocupado en I+D de Universidades y OPI (Investigadores y Otro personal):</li> </ul> </li> <li>✓ Como <math>\frac{0}{100}</math> de la Población Activa</li> <li><input type="checkbox"/> Gasto por investigador</li> <li><input type="checkbox"/> % del gasto financiado por las empresas</li> <li><input type="checkbox"/> Distribución del gasto en I+D y del personal:</li> <li>✓ Por tipos de investigación (Básica, Aplicada y de Desarrollo) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Por áreas de conocimiento (Biomedicina, Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniería y Tecnología, Ciencias Agrarias y Ciencias Sociales y Humanidades)</li> </ul> </li> </ul>	Estadística de I+D
<i>Notas metodológicas</i>	
<p>La <i>Estadística de I+D</i> es una fuente consolidada y metodológicamente estandarizada en todo el mundo a través del <i>Manual de Frascati</i> de la OCDE. Ofrece datos detallados por agentes, áreas de conocimiento y sectores. Y esos datos están disponibles, por lo general, en series largas. Más allá de alguna peculiaridad nacional, los datos son comparables internacionalmente. La OCDE, Eurostat y el Banco Mundial recopilan datos e indicadores sobre I+D.</p> <p>Esta fuente presenta algunos <i>inconvenientes</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Metodológicamente refleja una concepción lineal de los procesos de cambio tecnológico. Por ello, se limita a un solo tipo de actividades de innovación (la I+D)</li> <li><input type="checkbox"/> No hace referencia a los resultados de la investigación, por lo que no se mide la eficacia con la que se emplean los recursos, ni el impacto económico de la I+D.</li> <li><input type="checkbox"/> En el sector empresarial, subestima el papel de las <i>Pyme</i>. <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Algunas series, en particular las referidas a las Universidades, han experimentado cambios metodológicos frecuentes tanto para estimar el gasto como el personal en equivalencia a dedicación plena, dando lugar a discontinuidades.</li> </ul> </li> </ul> <p>Actualmente, para España, pueden disponerse de datos regionalizados a partir de explotaciones específicas realizadas por el INE. No obstante, esta institución, al igual que Eurostat, publica los indicadores más generales con una desagregación regional</p>	

Tales actividades se suelen clasificar en las categorías de investigación básica —cuando su finalidad es el desarrollo de la ciencia fundamental no orientada a un fin o aplicación práctica concreta—, investigación aplicada —que se orienta a la obtención de conocimientos nuevos referentes a un objetivo práctico determinado— y desarrollo tecnológico —que se dirige a resolver los problemas que implica la utilización de los conocimientos científicos en la producción de nuevos bienes, servicios, procedimientos y procesos—. Dos son las implicaciones que tiene este concepto: en primer lugar, que bajo su ámbito sólo se tienen en cuenta actividades de carácter sistemático realizadas con un cierto grado de formalización que requieren una concreción organizativa,

<sup>136</sup> Vid. OECD (1993).

normalmente por medio de la constitución de laboratorios o departamentos de investigación; y en segundo término, que el referido concepto excluye un amplio elenco de actividades —como las de difusión del conocimiento científico o las de diseño, ingeniería y adquisición de tecnologías incorporadas y desincorporadas— sobre las que se apoyan los procesos de innovación.

Dados los fines de nuestro trabajo, a los anteriores límites conceptuales de la *Estadística de I+D* hay que añadir, por otra parte, los que se refieren a los criterios de regionalización que sigue el INE para la desagregación de las principales variables. En concreto, a partir de 1987 esa institución siguió un criterio de regionalización basado en la ubicación geográfica de los centros de investigación y la sede de las Universidades y empresas. Hasta 1994 las cifras de gasto se prorratearon por regiones en función de la distribución geográfica del personal ocupado en I+D. En 1995 se introdujo una pregunta referente a la localización del gasto, de modo que son las unidades informantes las que realizan los cálculos correspondientes. Pero debe señalarse que, más allá de las variables referidas al gasto y el personal, no es posible una regionalización directa de los datos, de manera que éstos han de referirse siempre al lugar en el que se domicilian los agentes informantes. Ello hace que las explotaciones a medida que realiza el INE albergan siempre sesgos de difícil control.

En cuanto a los indicadores sobre los resultados de la actividad científica, en el cuadro 9 se reseñan los más importantes. Éstos aluden, por un lado, a la formación de titulados superiores, bien sean diplomados, licenciados o doctorados, lo que se puede cuantificar por medio de la *Estadística de Enseñanza Superior*. Los datos brutos de esta fuente pueden ser matizados si se tiene en cuenta la calidad docente de las Universidades, de manera que se puede obtener la distribución del número de alumnos o de titulados según el nivel de los centros docentes. En España, actualmente, la única fuente sistemática sobre este tema es el estudio que anualmente publica el diario *El Mundo*. Y, por otro, se refieren a las publicaciones de carácter científico, para lo que se cuenta con las bases de datos del Institute for Scientific Information (ISI) de Estados Unidos que posibilitan una comparación internacional<sup>137</sup>.

Esta institución publica los contenidos de tres bases de datos que se refieren a las ciencias de la naturaleza y la tecnología —Science Citation Index—, las ciencias sociales —Social Science Citation Index— y las artes y humanidades —Arts and Humanities Citation Index—. Todas ellas son multidisciplinarias y recogen en conjunto los trabajos publicados por unas 8.000 revistas científicas publicadas en diversos países. El uso de estas bases de datos hay que centrarlo principalmente en el campo de la valoración de las actividades de investigación científica. Las cifras de que se dispone presentan un sesgo muy claro hacia las publicaciones editadas en idiomas de amplia utilización en la comunidad científica, sobre todo el inglés. Ello hace que su cobertura esté sesgada hacia los artículos publicados en esas lenguas y que no se tengan en cuenta las comunicaciones orales (conferencias), los libros y las monografías, lo que en alguna medida distorsiona el significado de los indicadores que se emplean en el análisis.

---

<sup>137</sup> En España se cuenta, como en otros países, con bases de datos nacionales. Se trata de las bases ICYT sobre Ciencia y Tecnología, ISOC sobre Ciencias Sociales e IME sobre Biomedicina. Una explotación regionalizada de los datos que contienen esas bases y las de carácter internacional, se realiza anualmente por Centro de Información y Documentación Científica del CSIC. Vid. CINDOC (2006).



**Cuadro 9: Indicadores referidos a los resultados de la investigación científica**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Formación de Titulados Superiores [Egresados con respecto a la población] <input type="checkbox"/> Calidad de las Universidades <input type="checkbox"/> Publicaciones Científicas Internacionales: <input checked="" type="checkbox"/> % de la producción mundial <input checked="" type="checkbox"/> Artículos por investigador <input checked="" type="checkbox"/> Distribución por áreas	Estadística de Enseñanza superior  Bases de datos del <i>Institute for Scientific In-formation (ISI) de Filadelfia (EE. UU. )</i>
<i>Notas metodológicas</i>	
<p>La calidad de las Universidades es un tema polémico que, en España, no se ha resuelto completamente. Actualmente sólo el diario <i>El Mundo</i> publica una valoración de la calidad docente en la que se tienen en cuenta las cincuenta titulaciones más demandadas en la sociedad española. El nivel de calidad se establece, para cada titulación y a partir de ahí para cada Universidad, teniendo en cuenta 25 indicadores referidos a la demanda de estudios de cada centro, sus recursos humanos y materiales, la estructuración de sus estudios, sus resultados docentes, su actividad de investigación formal y sus relaciones externas; indicadores a los que se añaden los resultados de una encuesta de opinión realizada entre más de 3.000 personas pertenecientes al mundo profesional, las empresas de selección de personal y los profesores universitarios.</p> <p>Las Bases de Datos del ISI tienen una cobertura importante, aunque limitada sobre todo a las publicaciones en lengua inglesa. Para cubrir las publicaciones en otros idiomas se debe acudir a otras bases nacionales (por ejemplo, en España, las elaboradas por el CSIC; en Francia, la base FRANCIS).</p> <p>Estas bases ofrecen información detallada por agentes y áreas de conocimiento, con series temporales largas internacionalmente comparables. Presentan el inconveniente de excluir las publicaciones de libros y monografías. Además, ofrecen los datos en bruto, por lo que es preciso efectuar operaciones de contabilización y construcción de indicadores.</p> <p>No existen organismos internacionales que elaboren indicadores con una metodología homogénea. En algunos países, esta labor se realiza por instituciones nacionales (por ejemplo, en España, el CINDOC):</p>	

#### 4. Las empresas innovadoras.

Las empresas innovadoras, siguiendo la concepción teórica schumpeteriana, son aquellas que, bajo el impulso de los «capitanes de la industria» —Los «hombres de negocios independientes», y también los «empleados de una compañía», que «encuentran su gozo en la aventura» y para quienes «la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito»<sup>138</sup>—, introducen en el sistema económico la producción de nuevos tipos de bienes y servicios —y con ella las nuevas actividades que desplazan a las ya existentes—, difunden los nuevos métodos de producción, renuevan las fuentes de materias primas, amplían los mercados o revolucionan las formas de organización y gestión<sup>139</sup>. Desde una perspectiva empírica, se consideran bajo ese concepto a las empresas que, en un determinado período de tiempo, han introducido en el mercado unos productos tecnológicamente nuevos o mejorados, o han utilizado métodos de producción que corresponden a tecnologías nuevas o mejoradas<sup>140</sup>. Sus innovaciones pueden ser el resultado de la adopción de tecnologías adquiridas externamente —sobre todo mediante la compra de maquinaria y, de forma secundaria, a través de la obtención de derechos de explotación de patentes propiedad de terceros y de la contratación de servicios técnicos— o bien del desarrollo interno de

<sup>138</sup> Los entrecomillados proceden de la obra de Schumpeter (1911), págs. 84, 85, 87, 102 y 103.

<sup>139</sup> El concepto corresponde a Schumpeter (1911), pág. 77. Vid. también Schumpeter (1942), págs. 102–103 y 122.

<sup>140</sup> Tal es el contenido del concepto que utiliza el INE en su *Encuesta sobre innovación* desde la edición correspondiente a 1998, aproximándose al planteamiento propugnado por la OECD (1997). Una más amplia discusión sobre estas cuestiones puede verse en Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 47 a 50.

actividades de creación de conocimiento. Aquellas que basan la innovación en estas últimas, pueden considerarse innovadoras en un sentido más estricto y, en la práctica, concentran la mayor parte de los recursos que se destinan a esta materia. Por tal circunstancia, su seguimiento —y, más concretamente, el de las que desarrollan la I+D—, constituye un procedimiento empírico válido para aproximarse al comportamiento general de este segmento del sistema nacional de innovación, lo que, a su vez, tiene la ventaja de que, para ellas, se dispone de fuentes de información temporalmente muy amplias. Pero ello no descarta la consideración de las empresas innovadoras en el sentido amplio antes expresado a partir de los datos que reúnen las *Encuestas sobre Innovación Tecnológica*. Unas y otras centran su actividad de creación de conocimientos en el ámbito de los problemas concretos ligados a la producción, tal como ya se ha señalado. Las tecnologías en las que ese conocimiento se plasma se comportan, al menos en parte, como bienes públicos susceptibles de generar externalidades, lo que supone un problema de incentivos para la asignación de recursos a su obtención, y por ello, la investigación tecnológica suele sujetarse a una regla de secreto en cuanto a la difusión de sus resultados; requiere asimismo de la organización de un sistema de patentes y de leyes de protección de la propiedad intelectual que preserven su apropiación por quienes los obtienen; y necesita de la existencia de programas de ayudas públicas que complementen la financiación privada que las empresas destinan a su sostenimiento.

Como en la investigación científica, los indicadores de que se dispone acerca de estas empresas toman en consideración los recursos utilizados en las actividades de innovación, por una parte, y sus resultados, por otra. Sobre los primeros, se puede señalar que, como muestra el cuadro 10, toman en consideración tanto la cuantificación de esos recursos como la organización de la actividad innovadora. En efecto, tomando en consideración las dos fuentes de datos disponibles —la *Estadística de I+D*, ya aludida, y la *Encuesta sobre innovación en las empresas*— se conoce el gasto en I+D y el gasto en otras actividades innovadoras, como el diseño, la ingeniería, la compra de maquinaria que incorpora nuevas tecnologías, las adquisiciones de tecnología inmaterial y otros conceptos. Y, además, pueden estudiarse los patrones de innovación que adoptan las empresas, de tal manera que se dé cuenta de las diferentes estrategias innovadoras existentes en ellas.

A este último respecto, ha de señalarse que las *Encuestas sobre innovación*, cuya matriz metodológica se identifica con las propuestas de la corriente evolucionista de la economía del cambio tecnológico, han abierto un importante campo de análisis que se puede abordar tanto en el espacio nacional como en el regional. El concepto de *patrón de innovación* se sitúa en un terreno estrictamente microeconómico y sintetiza el conjunto de los comportamientos constitutivos de la estrategia tecnológica empresarial, teniendo en cuenta cuáles son las bases del conocimiento, los recursos empleados para desarrollarlo, su orientación hacia los productos o los procesos, las relaciones de cooperación entre agentes que se requieren para el aprendizaje correspondiente y las modalidades de apropiación de sus resultados. Los estudios disponibles a este respecto han tenido en cuenta principalmente a las empresas españolas que hacen I+D y se han basado en encuestas sobre muestras relativamente limitadas de ellas<sup>141</sup>. Sus resultados, sin ser coincidentes, están bastante próximos entre sí.

---

<sup>141</sup> Vid. Buesa y Molero (1992) y (1996), Buesa y Zubiaurre (1999), Zubiaurre (2000) y Galende del Canto (2003).

Las referidas encuestas surgieron, en una etapa inicial que se extiende a lo largo de los años ochenta, de un conjunto de experiencias dispersas que tuvieron lugar en varios países y que dieron como fruto estudios valiosos pero de difícil comparación. Esta dispersión fue corregida a partir de 1990, cuando la OCDE y el Fondo Industrial Nórdico, dieron a la luz una propuesta metodológica para la recogida e interpretación de datos sobre innovación tecnológica que desembocó, después de dos años de discusión en el seno de los grupos de trabajo de aquel organismo, en la publicación del *Manual de Oslo*<sup>142</sup>. A partir de entonces, Eurostat impulsó los estudios sobre la innovación en los países de la Unión Europea, promoviendo la Encuesta Comunitaria de Innovación (CIS). En España, después de un intento fallido en 1992, desde 1994 se realiza esta encuesta, en una etapa inicial circunscrita a las empresas industriales y, en los últimos años, extendida sobre todos los sectores, excepto la agricultura.

**Cuadro 10: Indicadores referidos a los recursos utilizados por las empresas innovadoras**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Gasto en I+D de las Empresas: <input checked="" type="checkbox"/> Como % del PIB <input checked="" type="checkbox"/> Por habitante <input type="checkbox"/> Gasto en Innovación de las Empresas: <input checked="" type="checkbox"/> Como % del PIB <input checked="" type="checkbox"/> Por habitante <input type="checkbox"/> Personal ocupado en I+D de las Empresas (Investigadores y Otro personal): <input checked="" type="checkbox"/> Como $\frac{0}{100}$ de la Población Activa <input type="checkbox"/> Gasto por investigador <input type="checkbox"/> Número de empresas innovadoras <input type="checkbox"/> Empresas que cooperan en innovación <input type="checkbox"/> Distribución del gasto en I+D e Innovación y del nº de empresas: <input checked="" type="checkbox"/> Por tipos de empresas (Tamaño) <input checked="" type="checkbox"/> Por áreas sectores	Estadística de I+D  Encuesta sobre innovación en las empresas
<i>Notas metodológicas</i>	
<p>Con respecto a la <i>Encuesta sobre innovación en las empresas</i> puede señalarse que se trata de una fuente disponible sólo a partir de los años 1990. Su consolidación metodológica en España se ha producido a partir de 2000, al ampliarse su ámbito de estudio a las empresas industriales, de la construcción y de los servicios que emplean a 10 o más trabajadores.</p> <p>Metodológicamente estandarizada —siguiendo el <i>Manual de Oslo</i> de la OCDE— se realiza en los países europeos y existen algunas encuestas en América Latina. Los datos son, en su mayor parte, comparables entre países.</p> <p>Es la única fuente estadística que se basa en la concepción evolucionista de la innovación. Los datos detallan las actividades innovadoras por sectores y tipos de empresas. Inciden en la cooperación y en los programas de política tecnológica. Asimismo, ofrecen datos sobre los resultados de la innovación y sobre las formas de apropiación de esos resultados. Ocasionalmente aluden a aspectos como la adopción de tecnologías de la información, fuentes de las ideas innovadoras y obstáculos para la innovación.</p> <p>Esos datos aluden al número de empresas que se implican en cada concepto, a las cifras de gasto o a ratios de resultados. Pero no se pregunta sobre el personal implicado en la innovación.</p>	

Las *Encuestas sobre innovación en las empresas* recogen, además de datos generales sobre éstas, información referida al conjunto de los elementos del proceso innovador, incluyendo el valor de los recursos utilizados, los objetivos y organización de las actividades innovadoras y el resultado obtenido a partir de ellas. Más concretamente, esa información alude a los siguientes aspectos:

<sup>142</sup> Este manual ha alcanzado ya su tercera edición en OCDE (2005). Para la gestión de esta fuente y el análisis de su metodología, vid. Buesa, Navarro *et al.* (2001).

- ❑ Gastos relacionados con diversas actividades de obtención de los conocimientos sobre los que se fundamenta la innovación, incluyendo no sólo la I+D sino también la formación, el diseño, marketing, la adquisición de equipos, el *tooling up* y otras.
- ❑ Resultados del proceso innovador distinguiendo entre los cambios radicales y los incrementales, y ofreciendo una valoración de las ventas relacionadas con estas innovaciones.
- ❑ Los objetivos y fuentes de la innovación y su importancia.
- ❑ La cooperación en innovación.
- ❑ La importancia de las barreras a la innovación y de los factores que incentivan ésta.

Estas encuestas suponen, por tanto, un avance notorio con respecto a la *Estadística de I+D*, lo que ha enriquecido el conjunto de los indicadores existentes de las actividades de I+D+i y ha revelado información que no ha sido posible de detectar con otros indicadores<sup>143</sup> (Smith, 2005). Además la calidad de los datos obtenidos, valorada en términos comparativos con los datos de otras fuentes, parece en general satisfactoria, aunque haya algunos elementos débiles (Arundel, 2006; Smith 2005). A este respecto, es pertinente señalar que las principales limitaciones de la *Encuesta sobre innovación* son las siguientes<sup>144</sup>:

- ❑ La principal crítica es que las preguntas de las encuestas y, por tanto, los datos obtenidos están plagados de problemas de interpretación. Las respuestas de las empresas reflejan cierta subjetividad debido a la vaguedad de los conceptos utilizados y a las diferencias culturales en la identificación de lo que es o no es *innovación*<sup>145</sup> (Tether, 2001; Smith, 2005)
- ❑ La encuesta está basada en una dicotomización entre empresas innovadoras y no innovadoras, pero la definición del concepto de *innovación* utilizado está sesgado hacia la I+D y subestima a las empresas que adaptan tecnologías o realizan innovación<sup>146</sup> (Tether, 2001; Godin, 2004). Es decir, no toma en cuenta, de forma completa, la diversidad y heterogeneidad de las empresas.
- ❑ La encuesta se concentra en la innovación de productos y procesos y no se han logrado recoger debidamente las otras formas de innovación. Los aspectos no tecnológicos, como el cambio organizativo, los cambios estratégicos y en la forma de aproximación a los mercados —como los servicios post venta o la venta por Internet—, así como la apertura de nuevos mercados, no se recoge debidamente en ella (Tether, 2001, Smith, 2005), aunque existen serias dudas acerca de las posibilidades de medición de estos aspectos (Smith 2005).

---

<sup>143</sup> Para un análisis detallado de estos aspectos con referencia a la encuesta española y con una especial consideración de su incidencia regional, vid. Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 44 a 61.

<sup>144</sup> En este breve resumen no entramos en los problemas de las primeras oleadas de la encuesta europea de innovación cuya comparación entre países fue poco fiable debido a las diferencias en las muestras encuestadas —pues había países en los que se incluyó a empresas de todos los tamaños, y otros en los que se limitó a las empresas con más de 10 o 20 empleados— o a diferencias en la formulación de las preguntas.

<sup>145</sup> Además la palabra innovación se ha incorporado en la prensa en los medios de comunicación como un factor importante y positivo lo que podría sesgar las respuestas por parte de las empresas. Por ello se aconseja conceptos más neutrales.

<sup>146</sup> Por ejemplo las empresas innovadoras son aquellas que inventan nuevos productos o procesos, pero también las empresas que incorporan a gran escala nuevos procesos adquiridos y que emplean trabajadores altamente cualificados se podrían considerar en cierta medida empresas innovadoras (Godin, 2004).

- La encuesta ha sido diseñada para el sector manufacturero y su ampliación hacia el sector de servicios —que es mucho más heterogéneo en sus actividades y produce un *output* que, con frecuencia, es de carácter intangible— resulta problemática (Djellal/Gallouj, 2001; Tether/Miles, 2001; Smith, 2005).
- La mayoría de las preguntas se concentran en el *input* y el propio proceso de innovación, y no se profundiza mucho en los resultados de estos procesos. Esto se debe en parte a razones metodológicas, pero también al hecho que los gobiernos tienen poco interés en este asunto. Esos gobiernos apuestan por la inclusión indicadores del *input* de las actividades de I+D+i y de ciertos aspectos del proceso innovador —problemas y barreras— que podrían servir para el diseño de las políticas de innovación, pero no muestran interés en cuantificar sus efectos (Godin, 2004; Arundel, 2006).

En definitiva, se plantea la pregunta acerca de en qué medida se puede mejorar el diseño de las encuestas y hasta qué punto ciertos aspectos del proceso innovador son imposibles de medir con ellas. No hay que olvidar que la *Encuesta* se lleva realizando desde el principio de los noventa y que ha sido sujeta a cambios y mejoras continuos, lo que ha afectado a la comparabilidad de los resultados obtenidos (Godin, 2004). Por todo ello, la utilidad de la encuesta todavía es limitada. Por un lado, se puede indicar que ha generado un gran número de estudios y ha mejorado los conocimientos sobre los subsistemas de innovación empresarial, su interacción con otros agentes y los problemas y limitaciones de las empresas al momento de innovar. Por otro, la indudable riqueza de los datos acumulados ha sido infrautilizada y los estudios provienen básicamente del mundo científico y académico y apenas aportan recomendaciones para el diseño de las políticas tecnológicas son más bien marginales (Arundel, 2006)<sup>147</sup>. Por otra parte, ha de hacerse referencia a los indicadores sobre los resultados de la innovación en las empresas. La disponibilidad de datos alude principalmente a las solicitudes de patentes y al impacto económico de los nuevos productos o servicios ofertados por aquellas. Esos indicadores se resumen en el cuadro 3. 11.

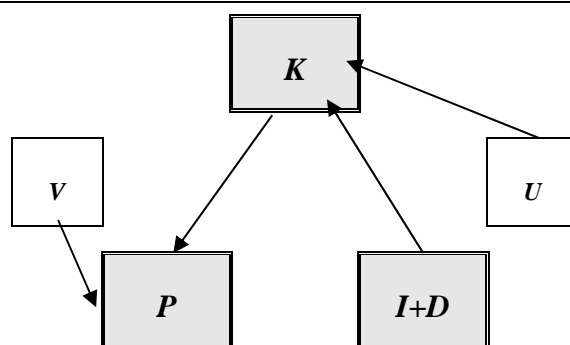
Acerca de los primeros —los derivados de las patentes— se puede señalar que su empleo requiere tener en cuenta que las patentes son títulos de propiedad industrial y que su concesión se realiza en función de criterios definidos en el marco jurídico que las regula. Más concretamente, las patentes aluden a un derecho de explotación exclusiva de una invención que otorga el Estado a quien la ha obtenido. Para que una tecnología pueda ser patentada debe cumplir tres requisitos: el primero es que ha de ser *novedosa*; el segundo, que tiene que reflejar una *actividad inventiva* y no un conocimiento obvio; y el tercero, que ha de ser *susceptible de aplicación industrial*. Por otra parte, el derecho de patentes, dependiendo del país que lo regule, suele excluir algunas innovaciones: seres vivos, teorías, algoritmos, métodos matemáticos, métodos terapéuticos, técnicas quirúrgicas o software informático. Ello significa que no todas las tecnologías son patentables. Finalmente, las patentes se conceden generalmente por 20 años bajo tres condiciones: el pago de un canon anual, la obligación de explotación de la invención y la difusión pública de su documentación técnica —salvo que la patente sea declarada secreta, como ocurre con las invenciones relacionadas con la defensa nacional—.

---

<sup>147</sup> Una conclusión basado en entrevistas con analistas políticas en la Unión Europea y a la revisión de 162 publicaciones académicos de los que un 13% recoge recomendaciones para la política de I+D+i. La mayoría de ellos de refilón mediante una referencia o párrafo muy breve.

**Cuadro 11: Indicadores referidos a los resultados obtenidos por las empresas innovadoras**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Solicitudes de Patentes internacionales (en las Oficinas Europea o Norteamericana): <input checked="" type="checkbox"/> Por millón de habitantes <input checked="" type="checkbox"/> Por millón de activos <input type="checkbox"/> Patentes por sectores o tipos de tecnologías <input type="checkbox"/> % de la cifra de negocios debida a los nuevos productos: <input checked="" type="checkbox"/> Por innovación radical <input checked="" type="checkbox"/> Por innovación imitativa o incremental	Bases de datos sobre patentes  Encuesta sobre innovación en las empresas
<b>Notas metodológicas</b> <p>Las estadísticas que se elaboran a partir de las <i>Bases de datos sobre patentes</i> gozan de un gran detalle por agentes y campos tecnológicos. Son recopiladas sistemáticamente por la OCDE, Eurostat o el Banco Mundial. Y se dispone de series temporalmente muy largas. Esas recopilaciones no siguen, en todos los casos, criterios homogéneos para la sistematización de los datos. Éstos pueden referirse a Patentes solicitadas, publicadas o concedidas. Temporalmente pueden reflejar la fecha de prioridad, la de solicitud, la de publicación o la de concesión. Al clasificarse pueden emplearse los criterios de la CIP o de la oficina USA. En el caso de Eurostat, que ofrece datos regionalizados sobre las patentes solicitadas en la Oficina Europea de Patentes, se utiliza una desagregación CIP y otra referida a las patentes de alta tecnología. El criterio de regionalización es muy adecuado, pues se tiene en cuenta el domicilio del inventor y no el del propietario de la patente.</p> <p>Conviene tener en cuenta que las clasificaciones de Patentes difieren de las Clasificaciones Económicas y que no se cuenta con un consenso acerca de las correspondientes equivalencias. Tampoco existe consenso acerca de si las patentes han de registrarse en función del sector al que pertenecen las empresas que las obtienen o teniendo en cuenta el sector de las empresas que utilizan la tecnología correspondiente. Por ello, para comparar las clasificaciones de patentes y las económicas se requieren tablas de conversión definidas en función de esos dos tipos de criterios, según se tengan en cuenta los sectores de origen o de uso de la tecnología. Aunque no todas las tecnologías se patentan o son patentables, aunque la propensión a patentar difiere de unas industrias a otras, aunque no todas las patentes son de la misma calidad y aunque no todas las patentes son explotadas, las estadísticas de patentes constituyen una aproximación válida para cuantificar la producción de conocimientos.</p>	

**Cuadro 12: Las patentes como medida de los resultados innovadores de las empresas. El modelo de Griliches**

Donde **K** designa el conjunto de los *conocimientos económicamente valorables*; **P** expresa las *patentes*; **v** y **u** son influencias no observadas de carácter aleatorio.

Dada una función de producción del conocimiento:

$$K = [I+D] + u$$

Y una función del indicador que relaciona **P** y **K**:

$$P = aK + v$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$P = a[I+D] + au + v$$

Dado que cabe esperar que la varianza de  $(au + v)$  sea mayor que la varianza de **v**, entonces la relación entre **[I+D]** y **P** será la cota inferior de la relación entre **[I+D]** y **K**, en el caso en el que ésta se pudiese medir. Por tanto, podemos tomar **P** como un indicador adecuado de **K**.

Como se señala en el citado cuadro, los datos de patentes tienen limitaciones para expresar completamente los resultados innovadores, pues no todas las tecnologías son patentables o se patentan —existiendo una distinta propensión a patentar en unas u otras industrias— y no todas las patentes son de igual calidad ni tienen el mismo valor, de modo que una parte de ellas ni siquiera son explotadas<sup>148</sup>. Empero, tal como se sintetiza en el cuadro 3. 12, Griliches (1990) ha demostrado que las cifras de patentes son un indicador adecuado del conjunto de los conocimientos susceptibles de valoración económica a través de su empleo en la producción.

Las *Encuestas sobre innovación* proporcionan, por otra parte, una información complementaria acerca del número de empresas que ostentan títulos de patentes o que los han solicitado, así como sobre el valor que conceden a las patentes y otros derechos de propiedad en tanto que procedimientos de apropiación de la tecnología. Asimismo, esas encuestas aluden al valor de las ventas de las empresas que se deben a innovaciones radicales o incrementales, de modo que se dispone de un indicador de la incidencia comercial de éstas.

## **5. Las políticas de innovación y las instituciones de apoyo**

Por último, en cuanto a los indicadores del sistema de innovación ha de hacerse una alusión a las políticas que desarrollan los gobiernos regionales, nacionales o supranacionales en apoyo de las actividades de creación de conocimiento de los agentes empresariales e institucionales a los que se ha hecho referencia en los anteriores epígrafes. Y de la misma manera han de tenerse en cuenta las infraestructuras, instrumentos normativos y de planificación, y las instituciones de apoyo a la financiación de la innovación en las empresas mediante la inversión de capital-riesgo.

Las políticas científicas y tecnológicas se derivan de la consideración de que, como se ha destacado en el epígrafe introductorio, existen fallos de mercado que dificultan la asignación óptima de recursos a la creación de conocimiento y se requiere, por tanto, que sea el sector público quien asuma, al menos parcialmente, la provisión de la financiación requerida para el sostenimiento de las actividades de I+D e innovación. Además, siendo el conocimiento un resultado de los procesos de aprendizaje y viéndose éstos favorecidos por la interacción entre los agentes del sistema de innovación, se abre un amplio campo para las políticas de carácter institucional destinadas a favorecer las relaciones mutuas entre las empresas innovadoras, las Universidades y los Organismos de Investigación Públicos.

Los indicadores apropiados para reflejar ambos tipos de políticas se enuncian en el cuadro 3. 13. La financiación pública de las actividades de I+D que desarrollan tanto las instituciones científicas como las empresas innovadoras pueden conocerse con detalle a partir de las *Estadísticas sobre I+D*, donde se publican datos por agentes, sectores económicos y campos del conocimiento científico. En el caso de las empresas, las *Encuestas sobre innovación* amplían de manera importante la información, pues señalan cuántas de ellas han obtenido ayudas de las diferentes Administraciones Públicas, sean

---

<sup>148</sup> El valor de las patentes ha sido estudiado para seis países europeos por la European Commission (2005), obteniéndose en todos ellos una distribución relativamente homogénea. Ello constituye un argumento empírico que avala la validez de la comparación de los indicadores sobre patentes entre diferentes espacios geográficos. Vid. también Eurostat (2006).

éstas regionales, nacionales o internacionales. En el plano regional, es preciso acudir a explotaciones de esas dos fuentes específicamente diseñadas para el estudio correspondiente. Y por lo que concierne a los incentivos fiscales, cabe indicar que se trata de un campo muy opaco que, en España, sólo se conoce parcialmente a través de la *Encuesta de Estrategias Empresariales* que publica la Fundación SEPI.

En el plano institucional ha de hacerse referencia, en primer lugar, a las normas reguladoras y a los instrumentos de planificación. En España las primeras de estas instituciones se remontan a los tiempos iniciales del franquismo, aunque su potencia fue muy débil durante toda la existencia de ese régimen político. Con el advenimiento de la democracia se desarrolló un entramado cada vez más complejo de instrumentos con los que abordar la ordenación y sostenimiento del sistema de innovación, debiéndose destacar a este respecto, como hitos más relevantes, la creación del CDTI (1977), la puesta en marcha de los programas de ayudas a las empresas por el Ministerio de Industria (1985) y su ulterior desarrollo en instrumentos de planificación, la promulgación de la Ley de la Ciencia (1986) y los Planes Nacionales de I+D.

**Cuadro 13: Indicadores referidos a las políticas e instituciones de apoyo a la innovación.**

Indicadores	Fuentes
<input type="checkbox"/> Financiación pública de las actividades científicas	<i>Estadística sobre I+D</i>
✓ [Subvenciones / Gasto en I+D]	
<input type="checkbox"/> Financiación pública de las actividades de las empresas innovadoras:	<i>Encuesta sobre innovación en las empresas</i>
✓ [Subvenciones / Gasto en I+D]	
✓ [Créditos / Gasto en I+D]	
✓ [Incentivos fiscales / Gasto en I+D]	<i>Encuesta de Estrategias Empresariales</i>
<input type="checkbox"/> Normas e instrumentos de planificación	<i>Repertorios normativos</i>
<input type="checkbox"/> Infraestructuras	
<input type="checkbox"/> Capital-riesgo	www. webcapitalriesgo. com

Con posterioridad han proliferado distintos tipos de infraestructuras de apoyo a la innovación, acerca de las cuales existe poca información sistemática<sup>149</sup>. Es el caso de los parques tecnológicos y científicos<sup>150</sup> y los Centros Tecnológicos. Éstos se configuran en su mayor parte como instituciones sin fines de lucro, promovidas por empresas o asociaciones patronales, en general con ayuda de las Administraciones Públicas, con la finalidad de proveer diversos tipos de servicios tecnológicos, incluyendo la I+D cooperativa<sup>151</sup>. Asimismo, deben mencionarse las instituciones que median en las relaciones que se establecen entre los diferentes agentes del sistema de innovación, como los Centros Europeos de Empresas e Innovación, las Fundaciones Universidad-Empresa, las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación o los Centros de Innovación y Tecnología, la mayor parte de los cuales se incardinan en las Universidades y OPI, existiendo algunos en las organizaciones empresariales<sup>152</sup>.

<sup>149</sup> Pese a ello, algunos estudios han evaluado estas infraestructuras para España o para algunas de sus regiones. Vid. sobre los Centros Tecnológicos, Buesa (1996), Zubiaurre (2000), Navarro y Zubiaurre (2003) y Buesa *et al.* (2002), capítulo 9; y sobre los parques tecnológicos, Romera, Font y Ondátegui (2000) y Ondátegui (2000).

<sup>150</sup> Alguna información sobre esta infraestructuras en España se puede obtener en las publicaciones de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.

<sup>151</sup> Sobre los Centros Tecnológicos españoles ofrece información la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología.

<sup>152</sup> Un panorama general de estas instituciones, con la definición de sus funciones dentro del sistema nacional de innovación, la ofrece Villanueva (1999).



Por último, el cuadro 3. 13 alude al capital-riesgo. El mercado de este tipo de inversores ha ido adquiriendo una creciente importancia y se considera que su desarrollo es necesario para favorecer la promoción de nuevas empresas innovadoras. Ello es así debido al hecho de que las operaciones financieras de esta naturaleza implican la adquisición de una participación en el capital de las empresas por parte de las entidades o individuos que las realizan. Bajo el concepto de capital-riesgo se engloban las inversiones efectuadas en empresas que no cotizan en bolsa, incluyendo las realizadas por entidades que administran capitales propios o de particulares e instituciones ajenas, y por inversores informales o *business angels*. En los últimos años todos estos tipos de inversores han experimentado una importante expansión en todos los países desarrollados, aunque de manera desigual, lo que se manifiesta en el hecho de que su dimensión es notablemente más alta en Estados Unidos que en la Unión Europea. En España, el tamaño de este mercado se sitúa, actualmente, en un nivel algo mayor que el promedio europeo<sup>153</sup>. La web capital riesgo ofrece una información sistemática sobre estas inversiones en España, con datos regionalizados; y a través de ella se puede acceder a otras fuentes similares de carácter internacional.

## **6. Los indicadores de la competitividad.**

Una vez que se ha completado la exposición de los principales indicadores de la innovación, siguiendo el esquema enunciado en la introducción, se expone a continuación un tratamiento de los principales indicadores de la competitividad. La razón principal de este proceder estriba en el hecho de que la innovación y la competitividad son fenómenos que van estrechamente unidos y que expresan, en último término, los logros del desarrollo económico. Para abordar el análisis de los indicadores de competitividad resulta necesario exponer, previamente, qué se entiende por competitividad. En efecto, inicialmente el término competitividad se aplicaba a empresas, y en ese ámbito su significado era bastante claro y poco discutido. Se denominaba competitividad a la capacidad de una empresa para obtener una superior rentabilidad de la inversión a largo plazo; o también, según otros autores, la capacidad de la empresa para mantener o incrementar de manera sostenida su cuota en el mercado, sin que ello fuera a costa de su rentabilidad.

Posteriormente, en la década de los 80, el término comenzó a aplicarse a naciones, con un significado diferente al que tenía aplicado a las empresas, y no siempre coincidente de unos analistas a otros. En la consolidación de este concepto aplicado a países ejerció una gran influencia un informe de la OCDE de 1992 sobre Tecnología y Empleo, que definía la competitividad como “grado en que, bajo condiciones de libre mercado, un país puede producir bienes y servicios que superan el examen de los mercados internacionales, y mantener, simultáneamente, el crecimiento sostenido de la renta real de sus ciudadanos”. Es decir, la competitividad haría referencia a la capacidad de una nación para, operando libremente en los mercados internacionales, ofrecer un alto nivel de bienestar y prosperidad a sus ciudadanos.

Tras ese primer salto del concepto de competitividad del ámbito de la empresa al de nación, posteriormente éste se ha extendido a otros ámbitos territoriales. Así, es hoy normal ver aplicado dicho vocablo a grupos de países (por ejemplo, la competitividad de los países de la ampliación), o, descendiendo en el ámbito geográfico, a regiones e

---

<sup>153</sup> Vid. Commission Européenne (2002).

incluso ciudades. Pero si bien el paso del ámbito de la empresa al de nación supuso un cambio en el significado de dicho concepto y de los indicadores utilizados para su medición, no cabe sostener que ello también haya sucedido en la extensión de la aplicación del concepto desde la nación a otros ámbitos geográficos: el significado sería el mismo, aunque la menor disponibilidad de datos para niveles subnacionales o supranacionales conduzca en ocasiones a no poder utilizar determinados indicadores de competitividad para tales niveles. En cualquier caso, estaríamos tratando de la aplicación del término competitividad al territorio.

Por razones expositivas, a diferencia del orden habido en su aparición histórica, nosotros en lo sucesivo empezaremos haciendo referencia a los indicadores de competitividad de un territorio, que son los que plantean una mayor complejidad, para después pasar a tratar de los de competitividad empresarial.

## **6. 1. Indicadores de competitividad territoriales.**

### **Renta per capita**

El indicador más habitualmente utilizado para medir el bienestar y prosperidad de un país es su renta *per capita*, obtenido como cociente entre la renta del país y la población en él existente. Algunos analistas y organismos consideran que la renta *per capita* sólo da una visión parcial del bienestar de la población y han propugnado completarlo con otros indicadores relativos a salud (fundamentalmente, la esperanza de vida al nacer) y nivel educativo (medido por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y terciaria), creando con todos ellos el índice de desarrollo humano. Así el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo publica todos los años el Índice de Desarrollo Humano, en el que se recoge la posición alcanzada por la mayoría de los países en los tres ámbitos citados y en el índice compuesto de desarrollo humano elaborado a partir de aquellos. Aún reconociendo que el índice de desarrollo humano recoge el nivel de bienestar o desarrollo de un país de modo más completo que su renta *per capita*, su empleo no se ha generalizado tanto en los análisis de competitividad. En ello puede influir la dificultad de obtención directa de datos para dicho indicador en ámbitos geográficos distintos del nacional, o incluso en el plano nacional para períodos distintos del año de referencia del informe. La simplicidad e inmediatez de la renta *per capita* parecen haber compensado su menor capacidad para expresar otras cuestiones referidas al bienestar o prosperidad.

Para reflejar la renta *per capita* normalmente suele recurrirse al cociente entre el PIB y el número de habitantes. Dos advertencias deberían hacerse a este respecto. En primer lugar, que el PIB (u otras medidas similares de la renta) dejan fuera toda la producción de bienes y servicios que no haya pasado por el mercado y que tampoco toman en consideración el coste que para el medio-ambiente se pueda estar incurriendo en su generación. Ello implica, por ejemplo, que los resultados del trabajo desarrollado por la población fuera de una relación mercantil (por ejemplo, en labores domésticas) no queda recogido en este indicador, lo que, como bien se sabe, ha hecho invisible para las tradicionales estadísticas económicas gran parte de los resultados del trabajo desarrollado por las mujeres. En cuanto al medio ambiente, un reciente estudio ponía de manifiesto que más del 30 por 100 del crecimiento del PIB de China de los últimos años se explicaba por una explotación abusiva del medio-ambiente, cuya valoración

económica no recogen las estadísticas. El problema se plantea, no obstante, en que no se dispone de mediciones de la renta corregidas por el daño medio-ambiental ocasionado.

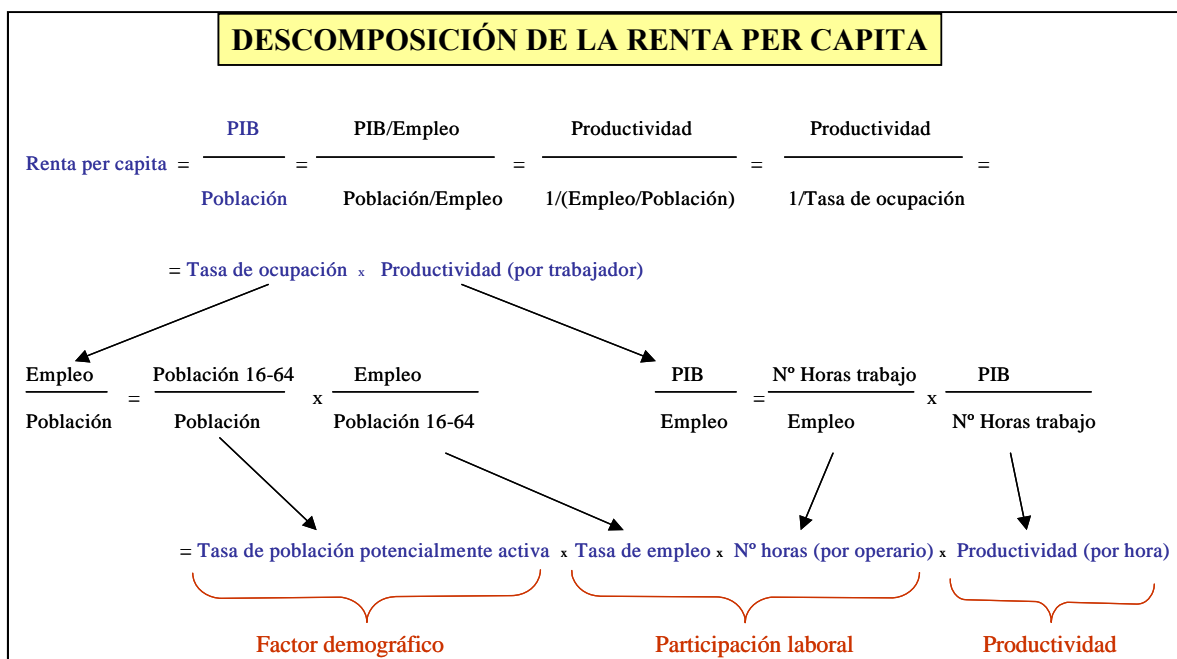
La segunda advertencia que ha de hacerse sobre el PIB es que es sólo uno de los modos de medición de la renta, con pros y contras con respecto a otros tipos de indicadores. Así, por ejemplo, en las estadísticas de renta *per capita* medida por el cociente entre el PIB y el número de habitantes Irlanda ofrece resultados bastante espectaculares. Pero la posición irlandesa sería mucho menos favorable si la renta *per capita* la midiéramos por el cociente entre el PNB y el número de habitantes, dado que buena parte de la renta generada dentro de las fronteras del país (esto es, del PIB) ha sido generado por el capital extranjero que ha invertido en dicho país. Tal capital extranjero, a cambio de su inversión, percibirá unas rentas, por lo que las rentas que finalmente queden para la población irlandesa serán menores que las que refleja su PIB *per capita*. Una cosa parecida sucede con Luxemburgo, país al que diariamente se trasladan cantidades ingentes de trabajadores de los países vecinos. Tales trabajadores transfronterizos contribuyen a la generación del PIB del país, pero no figuran en el denominador del cociente PIB *per capita*, dado que no forman parte de la población luxemburguesa. Y aunque este fenómeno de trabajadores que residen en un país y trabajan en otro no sea tan frecuente a nivel nacional, cuando menos en los países grandes, es un fenómeno que puede tener bastante importancia en ámbitos subnacionales, especialmente en los municipios. En el plano municipal, aun en los casos poco frecuentes en que se dispone del dato del PIB, el uso del PIB *per capita* debe hacerse con mucha precaución, pues el municipio puede ser una “ciudad dormitorio” (o lo contrario), y en tal caso el PIB *per capita* no indica realmente el nivel de renta de que disponen sus habitantes. Para análisis del nivel de renta por municipios resulta preferible el recurrir a datos fiscales cuando los mismos están disponibles, por ejemplo: al nivel de renta media declarada en el impuesto sobre la renta de las personas físicas. Aunque este último indicador tampoco está libre de sesgos: como es sabido, el nivel de fraude o elusión fiscal es mayor en ciertos sectores y actividades laborales que en otros (por ejemplo, en turismo y profesionales liberales que en industria o población asalariada) y, en tal sentido, la especialización económica del municipio puede estar afectando al nivel de fraude fiscal en él existente.

Otra cuestión relevante relacionada con el PIB *per capita* es la unidad en que se expresa: en tasa de cambio corrientes o en paridades de poder adquisitivo. Obviamente, si estamos interesados en comparar niveles de bienestar de poblaciones de diferentes países lo que debería hacerse es corregir las rentas monetarias por ellas percibidas por los niveles generales de precios existentes en cada país. Países como Japón, situados en el décimo lugar del ranking mundial cuando este se ordena por el PIB *per capita* expresado en dólares o euros, pasa a situarse en el decimotercero cuando se expresa en paridades de poder adquisitivo.

La mejora o empeoramiento de la posición que posee el país cuando pasa de compararse en tasas de cambio corrientes a compararse en paridades de poder adquisitivo tiene que ver, como antes se ha señalado, con el nivel relativo de precios en él existentes. Este, a su vez, guarda relación con dos tipos de factores: con el precio relativo de los input básicos (sobre todo, de su mano de obra) y con la productividad o eficiencia con que ellos se emplean. Así, por ejemplo, EEUU ve mejorada su posición relativa con respecto a Japón, cuando se pasa de comparar con tasas de cambio corrientes a cuando se pasa a comparar con paridades de poder adquisitivo, básicamente por el mayor grado de eficiencia de su economía local; en cambio, la mejora de la posición relativa de

España o Portugal con respecto a la media de países europeos tiene lugar por el menor coste de sus *input* básicos.

Un claro problema que presentan las comparaciones en términos de paridades de poder adquisitivo es que sólo se dispone de dichas estimaciones para naciones, pero no para regiones y, ni qué decir, para municipios. Es sobradamente conocido, sin embargo, que los precios o nivel de vida varían mucho de unas ciudades o comunidades autónomas a otras, y que, por lo tanto, la aplicación de la paridad de poder de compra estimada para el conjunto de España, sin correcciones, a todas las comunidades autónomas o municipios no resulta correcta. La única posibilidad de corregir parcialmente tal hecho para las comunidades autónomas españolas consiste en acudir a los índices relativos de precios que para tales ámbitos territoriales suelen recogerse, en el número especial sobre desarrollo y crecimiento económico de marzo-abril que todos los años se publica en la revista *Cuadernos de Información Económica* de la Fundación de Cajas de Ahorros. Advirtamos, de paso, que las paridades de poder de compra hacen referencia a los niveles generales de precios del país en su conjunto, pero no tienen por qué estar reflejando correctamente las diferencias relativas de precios de sectores determinados y que, por lo tanto, no deberían ser empleadas en comparaciones sectoriales.



### Descomposición de la renta per capita: PIB y población

El recuadro siguiente permite ver que, mediante simples operaciones, la renta *per capita* se puede explicar por el PIB y la población, por un lado; y por la participación laboral y la productividad por otro.

Empezando por los dos primeros factores mencionados, los análisis disponibles muestran que la variación de la renta *per capita* aparece más correlacionada con la variación real del PIB que con la de la población. Esta última suele variar en menor medida que el PIB real y, en consecuencia, explica en menor medida que el PIB real las variaciones de la renta *per capita*. No es extraño, por eso, encontrar en muchos análisis de competitividad, comparaciones del crecimiento experimentado por el PIB real de

unos y otros territorios. Alternativamente, en ocasiones se toma la cuota que supone el PIB de un país en un conjunto de países determinado (por ejemplo, el PIB español dentro del PIB de los países de la OCDE o del PIB mundial) y, transponiendo una tradicional medición de la competitividad empresarial al ámbito de los países, se concluye que, si dicha cuota ha aumentado, el país ha ganado competitividad, y viceversa. Debemos señalar a dicho respecto que las variaciones de la cuota podrían deberse a variaciones habidas en su tipo de cambio (salvo que estuviéramos corrigiendo ya estas, empleando paridades de poder adquisitivo) o también estar reflejando un efecto cíclico: que el ciclo económico de dicho país anduviera adelantado o retrasado con respecto al ámbito territorial utilizado como referencia. De cualquier manera, ha de tomarse en cuenta que la variación real del PIB puede estar ocasionada por una variación importante de la población, que como consecuencia no altera el cociente que se obtiene de dividir ambas variables. Así, por ejemplo, el notable crecimiento experimentado por el PIB español del año 2000 en adelante en gran medida se explica por el incremento habido en la población española como efecto de la inmigración.

Ya hemos indicado en el párrafo anterior que las variaciones habidas en la población más bien lo que hacen es disminuir o aumentar ligeramente la variación que resultaría en el PIB *per capita* derivadas de una variación determinada en el PIB real. De todos modos, especialmente para ámbitos municipales para los que no se dispone de datos de PIB, la evolución de la población suele tomarse como un indicador de su nivel de bienestar. Implícitamente se considera que los municipios que ganan población es porque el nivel de bienestar en ellos es mayor; y los que lo pierden, lo contrario. A nivel de países eso no resulta tan obvio, pues como es sabido los crecimientos demográficos son superiores en los países en vías de desarrollo que en los países desarrollados. En este caso, más que a las variación del conjunto de la población, parece que habría que prestar atención a los flujos migratorios.

### **Descomposición de la renta per capita: tasa de ocupación y productividad**

El recuadro anterior permite ver, asimismo, que la renta *per capita* depende asimismo de la tasa de ocupación en sentido amplio (porcentaje de la población que está ocupada, generando renta) y de la productividad (de la capacidad que dicha población ocupada muestra de crear valor).

La tasa de ocupación de ocupación se puede ver afectada por un factor básicamente demográfico (el porcentaje de la población en edad de trabajar) y por un factor más propiamente económico (el porcentaje de la población que, estando en edad de trabajar, efectivamente trabaja). De cualquier modo, una y otra se encuentran con límites físicos y sociales, de modo que no pueden aumentar indefinidamente. Tanto por el proceso de envejecimiento de la sociedad como porque el proceso de incorporación de la mujer al mercado de trabajo ha alcanzado ya unos niveles elevados, las posibilidades de aumentar la renta *per capita* mediante el crecimiento de la tasa de ocupación se van agotando en las sociedades avanzadas. El recurso a este mecanismo para aumentar la renta *per capita* ha sido, por ejemplo, muy grande en España en la última década; pero las reservas que existían para ello (altas tasas de paro y bajas tasas de actividad) se han ido agotando y en el futuro no cabe prever que la renta per capita continúe aumentando por estos factores al ritmo que ha venido aumentando hasta ahora, e incluso cabe prever que a medio plazo deje de crecer.

Sólo hay un mecanismo inagotable de mejora del nivel de renta *per capita*: incrementar la productividad. Es por tal razón que muchos consideran que esta es la única vía sostenible de mejora del bienestar y, por consiguiente, de competitividad. Por ello, hay un número significativo de economistas que sostienen que competitividad es sinónimo de productividad.

La productividad viene a indicar el número de unidades de input que necesitamos para obtener una unidad de output; o, dicho de otra manera, el valor que somos capaces de crear por unidad de input. Pero para su medición podemos utilizar distintas unidades de input. Es muy frecuente, por ejemplo, tratar de calcular la productividad con relación al número de trabajadores y con relación al número de horas trabajadas. Obviamente, cuando el número de horas trabajadas por operario varía sustancialmente de un país a otro, la posición de los países en los rankings de productividad elaborados con uno y otro criterio también lo hará. EEUU, por ejemplo, supera a Francia en productividad por empleado, pero Francia supera a EEUU en productividad por hora trabajada.

En la medida en que el número de horas de trabajo por empleado es un componente de la participación laboral sujeto también a límites físicos y sociales, cabría aducir que no es un medio sostenible de mejora competitiva. De hecho, algunos analistas y organizaciones aducen que no cabe sostener que la competitividad de la economía estadounidense es superior a la comunitaria apoyándose en el hecho de que la renta *per capita* es superior en EEUU que en la Unión Europea, puesto que en gran medida esa mayor renta *per capita* estadounidense es fruto de una población menos envejecida (ratio de población en edad comprendida entre 15-64 años sobre el total de la población), de una mayor tasa de actividad (ratio de población activa sobre la población en edad de 15-64 años) y de un mayor número de horas de trabajo por empleado. O expresado en otros términos, según esos analistas y organizaciones la ventaja en renta per capita que posee EEUU se debe, por un lado, a un factor demográfico ajeno o externo, y, por otro lado, al hecho de que la sociedad estadounidense prefiere ganar más, aun a costa de un mayor trabajo, mientras que la sociedad europea prima el ocio, sobre un mayor nivel de renta y de consumo. En tal sentido argumentan que, si consideramos que desde una perspectiva a medio y largo plazo la competitividad es sinónimo de productividad horaria, la economía europea no se encuentra tan por detrás de la estadounidense. Los partidarios del modelo estadounidense subrayan, en cambio, que esa opción europea a favor del ocio no es realmente libre, sino ocasionada por las estrictas regulaciones e imposición imperantes en Europa; que si en la Unión Europea las tasas de actividad y el número de horas de trabajo fueran similares a las estadounidenses también la productividad por hora de trabajo serían algo menores que las actuales, puesto que en principio el mayor número de horas de trabajo comportaría un mayor cansancio y las personas que no están ocupadas poseen una inferior cualificación y capacidad productiva; y que, aun y todo, la productividad horaria en EEUU es superior a la de la UE.

En general los analistas de la competitividad suelen considerar preferible medir la productividad con relación al número de horas de trabajo, en lugar de hacerlo con relación al empleo. El problema se plantea en la disponibilidad de datos fiables y homogéneos sobre el número de horas trabajadas por empleado para todos los países. El problema de disponibilidad de datos sobre número de horas trabajadas es todavía mayor cuando las comparaciones se desean hacer para ámbitos geográficos distintos del

nacional. Esto explica que la mayoría de las comparaciones de la productividad se lleven a cabo con productividad por empleado, y no por hora de trabajo.

Pero si la disponibilidad de estadísticas de horas de trabajo presenta problemas, no debemos pensar que el recurso a las estadísticas de empleo esté carente de ellos. En efecto, en la medida en que el trabajo a tiempo parcial ha ido creciendo en importancia y de que varía notablemente de unos países a otros, resulta muy engañoso el comparar productividades obtenidas dividiendo el PIB por el total de empleo. Para corregir esa distorsión se ha creado la categoría de empleo equivalente a dedicación plena y el nuevo sistema de contabilidad nacional contempla proporcionar datos de empleo de acuerdo con dicha categoría. La realidad, sin embargo, es que dicho dato no suele estar disponible para muchos países o largas series históricas, y todavía es menos habitual disponer de dichos datos para regiones o ciudades.

### **Factores determinantes de la productividad: teorías del crecimiento**

A la hora de explicar el nivel y la evolución que muestra la productividad, hay dos mayores aproximaciones al tema: por un lado los desarrollos realizados por las corrientes que cabría englobar bajo la denominación de teorías del crecimiento; y, por otro lado, los análisis porterianos o de informes como los del World Economic Forum y similares. Tratemos, a continuación, de los factores o indicadores manejados por unos y otros.

Las teorías del crecimiento económico que tratan de explicar la productividad del empleo básicamente lo hacen descomponiendo la aportación que al crecimiento de la misma efectúan tres tipos de factores: la dotación de capital físico, el capital humano y una categoría residual que suele denominarse productividad total de los factores. La medición de la dotación de capital físico suele llevarse a cabo recurriendo a los datos sobre stock de capital. Nuevamente, ésta es una categoría que está contemplado que esté integrada en el sistema de cuentas nacionales. Pero con frecuencia los institutos de estadística nacional no proporcionan datos sobre stock de capital, y el analista debe conformarse con datos de flujos de inversión, denominados técnicamente formación bruta de capital fijo. En el caso de España, esa carencia de datos de stock de capital ha sido cubierta por las estimaciones que para el mismo ha efectuado el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, siguiendo la misma metodología establecida por la OCDE. Los datos de stock de capital pueden ofrecerse desagregados según el carácter público o privado del mismo, o incluso por sectores. En el caso de España, el instituto citado proporciona incluso datos por provincias, pero no por comarcas o municipios. En el caso de otros países, si ya es habitual encontrar carencias para el conjunto del país, los datos de stock de capital por regiones o niveles locales son prácticamente inexistentes. En los análisis comparados tal stock de capital suele ponerse en relación con el número de empleados que hace uso del mismo, obteniéndose la ratio stock de capital/empleado. En principio, un mayor stock de capital daría lugar a una mayor productividad del trabajador, y las funciones de crecimiento que obtienen los analistas de las teorías del crecimiento lo que intentan es estimar el peso que dicho factor tiene en ello.

La mejora del capital humano también da lugar a una mejora de la productividad del empleo, y como en el caso anterior los análisis de las teorías del crecimiento lo que intentar es estimar el peso de ese factor en la mejora de la productividad. El problema

suele estar en cómo medir el capital humano. Normalmente el indicador que suele tomarse es el de la cualificación o nivel educativo de la mano de obra, que se suele aproximar por la tasa de alfabetización o por la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y terciaria. En el caso de análisis regional o local las series históricas de capital humano suelen ser prácticamente inexistentes, pero recientemente Eurostat ha empezado a facilitar datos sobre niveles educativos de la población y sobre recursos humanos en ciencia y tecnología que permiten medir la posición relativa de las regiones a este respecto.

Finalmente, cuando se disponen de series históricas del PIB o VAB y de los factores antes citados (capital físico y capital humano), cabe estimar la productividad total de los factores. Tales estimaciones, que estarían reflejando el efecto de la innovación, entendida en un sentido amplio, en la productividad del empleo, sólo suelen estar disponibles para unos pocos países y suelen ser fruto de análisis particulares, y no un producto de los institutos de estadística oficiales. Y, por supuesto, con mayor motivo que antes, la inexistencia de datos sobre productividad total de los factores es casi absoluta para el nivel regional. Ante ello y como aproximación, los analistas suelen optar por ofrecer indicadores de innovación tales como los descritos en los anteriores epígrafes de este capítulo.

### **Factores determinantes de la productividad: enfoque porteriano y del WEF**

A diferencia del enfoque que plantean las teorías del crecimiento, que tratan de aplicar rigurosas técnicas econométricas para identificar unos pocos factores que inciden en la productividad, enfoques analíticos tales como los de M. Porter o del World Economic Forum tratan de identificar un elevado número de factores que inciden en la productividad y, a partir de ellos, se elaboran ranking de la posición de cada país en cada uno de esos factores. Entre ese elevado número de factores suele haber bastantes que econométricamente resultarían irrelevantes, correlacionados entre sí y redundantes. Adicionalmente, combinando tales indicadores se elaboran indicadores globales de competitividad, a partir de los cuales asignan una posición determinada a cada país en el ranking global de competitividad.

La información básica sobre esa multitud de indicadores es obtenida en ocasiones de fuentes ya existentes, pero en otros casos, en que no se disponen de datos publicados, el valor que posee el indicador en ese país se obtiene a partir de encuestas de carácter cualitativo o de opinión llevadas a cabo por las organizaciones que elaboran ese tipo de ranking. De acuerdo con los análisis que suelen proporcionar dichos informes, el poder explicativo de la función de regresión simple elaborada con la renta per capita (como variable explicada) y el índice de competitividad del informe (como variable explicativa) es muy elevado.

En consonancia, estos enfoques propugnan utilizar como indicador de competitividad (es decir, de los factores que permiten obtener una elevada renta per capita) el valor que el país obtiene en ese índice de competitividad, o en los subíndices que de aquel se suelen ofrecer. Añadamos, no obstante, que tales indicadores sólo se suelen obtener para países y que no están disponibles para regiones o niveles locales, aunque organizaciones como el IMD en algún caso han publicado índices para algunas pocas regiones.



### **Indicadores intermedios de competitividad: comercio e inversión directa internacional**

Hay una serie de indicadores ligados al comercio y a la inversión directa internacional que, analistas de la competitividad tales como Porter, califican de indicadores intermedios de competitividad. Así lo hacen porque, por un lado, pueden considerarse como consecuencia de la competitividad que el país posee; pero, por otro lado, también podrían considerarse como causas de dicha competitividad.

Así, se puede considerar que la exportación y la importación de productos es un reflejo de la capacidad competitiva de un país: exportará en la medida en que es competitivo, e importará en la medida en que no es competitivo. Pero como, ya los economistas clásicos enseñaron, el comercio internacional permite a un país especializarse en lo que mejor sabe hacer y, como consecuencia de ello, mejorar su posición competitiva.

De igual manera, tal como señala la teoría ecléctica de Dunning, para que tenga lugar la inversión directa internacional los capitales del país inversor deben poseer algún tipo de ventaja competitiva; e igualmente, el país destinatario se supone que posee algún tipo de ventaja de localización. No obstante, también cabría sostener que los inversores de un país que invierten en el exterior lo hacen porque en su país no existe un entorno económico favorable; y que cuando se invierte en otro país, es porque los competidores en tal país no son muy competitivos. Y en cuanto a considerar la inversión directa como causante de competitividad, podría sostenerse que los capitales invierten en otros países para mejorar su competitividad (mejor acceso a mercados o a factores productivos); y que en el país receptor de la inversión directa aumenta la inversión y el empleo, se accede a tecnología y redes de distribución, y aumenta la competencia, todo lo cual redundará en mejoras de su competitividad. Aunque también cabría aducir que los capitales invierten en el exterior pueden estar haciéndolo reduciendo capacidad productiva en el país de origen, debido a que las condiciones del país de origen no son favorables (“deslocalización”); o que, en ocasiones, la inversión directa en un país, especialmente cuando tiene lugar mediante la compra de una empresa ya existente, puede tener como destino la compra de un mercado y la eliminación de determinados competidores, además de comportar el riesgo de desaparición de los “cuarteles generales” o actividades de mayor valor añadido de la empresa adquirida (por ejemplo, del departamento de I+D, actividad que pasaría a ser llevada a cabo desde la matriz).

Los analistas de la competitividad han criticado bastante el uso del saldo comercial, como indicador de competitividad, aduciendo que países sumamente competitivos, como EEUU, poseen saldos comerciales tremendamente negativos, mientras que algunos países en vías de desarrollo, con prácticamente nula competitividad pero una cierta riqueza en recursos naturales, pueden tener un saldo claramente positivo. Y, obviamente, esa crítica es todavía más aguda cuando el saldo comercial al que se atiende es exclusivamente al de la balanza de mercancías, ya que supone considerar que la única activa productiva generadora de valor es la de los sectores primario y secundario, y no la de servicios. Ejemplos como los de Suiza muestran, sin embargo, que el sector servicios puede ser una fuente de ingresos por exportación muy relevante y muy positiva para el bienestar de la población.

Probablemente el indicador de comercio al que más frecuente se recurre en los análisis de competitividad es el de las cuotas de mercado. Implícitamente, se está aplicando al

país, un tradicional indicador de competitividad de la empresa: si se dice que una empresa es más competitiva cuando aumenta su cuota de mercado dentro de las ventas sector, se considera que un país es más competitivo si aumenta su cuota de exportación dentro de las exportaciones mundiales. Sin embargo, la evolución que muestra la cuota de exportaciones de un país puede no tener que ver con la real marcha de la competitividad de la economía. Así, puede suceder que la cuota de mercado de las exportaciones crezca pero:

- Sea a costa de una pérdida de cuota de mercado interior. Esto sucede, por ejemplo, en países que han estado cerrados al exterior e inician un proceso de apertura. Así España, desde comienzos de los años 70 hasta la actualidad ha pasado de un cuota de exportación del 0,8% a otra del 2,0%; pero ello ha tenido lugar a costa de una pérdida de cuota en el mercado interno, y de que la cuota que alcanzan las importaciones españolas en las mundiales haya experimentado una subida algo superior incluso que la anterior.
- Sea como fruto de variaciones en el tipo de cambio. Si el euro se aprecia notablemente con respecto al dólar, cuando las exportaciones españolas se pasan de euros a dólares su valor aumenta notablemente, aunque en volumen tales exportaciones no hayan aumentado.
- Sea como fruto del diferente ciclo económico que atraviesan las economías. Si en España la demanda está creciendo mucho, mientras que en Europa o en el resto del mundo está estancada, resulta lógico que la cuota de exportaciones españolas se reduzca y la de importaciones crezca. Pero eso es un fenómeno que en parte se corregirá automáticamente cuando cambie la fase del ciclo.

Para evitar alguna de las críticas vertidas sobre el indicador anterior, en algunos análisis se recurre al análisis conjunto de las tasas de variación real de las importaciones e importaciones y a su comparación con las del resto del mundo. Eso no elimina, sin embargo, el efecto cíclico antes citado. Adicionalmente, no resulta fácil disponer de datos sobre tasas de variación real de las importaciones y exportaciones para todos los países.

En cuanto a la inversión directa internacional, hay que indicar que las estadísticas de unos países a otros no son siempre totalmente homogéneas y, adicionalmente, los resultados de determinados países pueden estar muy condicionados por razones fiscales o de otro tipo. Así, por ejemplo, las estadísticas de algunos países incluyen dentro de la inversión directa la reinversión de beneficios de la empresa participada por el capital extranjero, mientras que en otros países no es así. Y los datos de inversión directa internacional de España, por ejemplo, han estado muy distorsionados por el régimen fiscal ofrecido a las entidades tenedoras de valores, que hizo que mucho capital extranjero entrara en España a invertir en tales sociedades (lo que se contabilizaba como inversión directa extranjera en España) y luego, sin tener prácticamente ninguna incidencia en la actividad económica española, utilizando a esas sociedades como plataforma, de nuevo saliera en forma de inversión directa hacia el exterior (que se contabilizaban como inversión directa española en el exterior). Esto es, los datos de inversión directa extranjero pueden no ser totalmente homogéneos o pueden no estar reflejando auténticos procesos de inversión directa.

Los indicadores que habitualmente se emplean de inversión directa son el porcentaje que suponen los flujos o el stock de inversión directa con respecto al PIB del país, o el porcentaje que suponen los flujos o el stock de inversión directa del país con respecto a los del total mundial.

Señalemos, por último, que los indicadores de comercio exterior también presentan problemas adicionales cuando se pretende trabajar con datos para ámbitos subnacionales. Por un lado, los organismos estadísticos internacionales no facilitan datos de comercio exterior por regiones. Y, por otro lado, en cuanto a los de las comunidades autónomas españolas, además de que para muchas regiones no se disponen de datos de comercio relativos a servicios, cuando se manejan datos de comercio relativos a bienes, los de importación resultan particularmente cuestionables: generalmente la importación se imputa a la empresa de una localidad determinada, pero esa empresa ha importado el producto para comercializarlo en el resto del país, y no en esa comunidad.

En cuanto a los de inversión directa, nuevamente no hay datos disponibles para regiones de otros países. Y en el caso de España, los únicos regionalizados son los del registro de inversiones. Hasta hace relativamente poco el registro sólo facilitaba datos de flujos de inversión, y tales datos estaban muy sesgados por el llamado efecto sede de la empresa que recibía o realizaba la inversión. Hace relativamente poco el registro ha publicado unas estimaciones del stock de inversión directa, que intentan corregir tal circunstancia tomando en cuenta el empleo de la empresa en las diferentes comunidades autónomas españolas.

### **El tipo de cambio real como indicador de competitividad**

Tal como antes hemos señalado, la competitividad de un país se ha entendido, en ocasiones, que podía medirse de un modo similar a la de un empresa, por la evolución del comercio exterior del país. Y la teoría del comercio internacional tradicional ha tendido a explicar la evolución de los flujos comerciales entre un país y el resto del mundo en función del tipo de cambio efectivo real: es decir, en función de cómo evoluciona el tipo de cambio efectivo nominal de ese país y de cómo evolucionan los índices de precios de en ese país y en el resto de países. A ese tipo de cambio efectivo real en algunas estadísticas (por ejemplo, en las que publica el Banco de España) se le denomina índice de competitividad.

Pero en la medida en que, como sucede cada vez más en los países avanzados, la competencia no tiene lugar mayoritariamente vía costes o precios, sino vía diferenciación (calidad, diseño, etc. ), muchas veces este indicador de competitividad no logra explicar satisfactoriamente lo que sucede en los flujos comerciales de un país con el exterior. Es más, lo que realmente interesaría a un país es que la llamada relación real de intercambio (es decir, el cociente entre las variaciones que experimentan los precios a la exportación y los precios a la importación) crezcan y que el valor de su moneda se aprecie, siempre que ello sea posible manteniendo su equilibrio de la balanza por cuenta corriente. Ello indicaría que dicho país logra diferenciar sus productos y que los consumidores internacionales aceptan pagar más valor por ellos, así como que en los mercados de divisas los inversores valoran positivamente la moneda de dicho país. Por el contrario, un deterioro de la relación real de intercambio significaría que para obtener la misma cantidad de producto exterior el país tiene que ofrecer una mayor volumen de

producto interior; y la depreciación o devaluación de su moneda, que le van a pagar menos por sus productos y que él va a tener que pagar más por los productos extranjeros.

El tipo de cambio efectivo real suele estar disponible sólo para países, y no para regiones o localidades, aunque con frecuencia se utiliza aquél para éstas. Los que así hacen implícitamente están suponiendo que la evolución de los precios es similar dentro de cada nación. Ello no es totalmente cierto. A ello habría que añadir que, aunque los tipos de cambio bilaterales son los mismos para todas las regiones o localidades de un país, la ponderación que a ellos se debe dar para obtener el tipo de cambio efectivo nominal, que depende del peso relativo que tiene el comercio de cada zona con cada uno de los países, puede ser claramente diferente.

Otro de los problemas que suele plantear dicho índice es el de la elección del índice de precios con el que efectuar su cálculo. Las estadísticas ofrecen, al respecto, múltiples índices de precios: de precios al consumo, de precios industriales, de precios de exportación, del coste laboral nominal unitario... La cuestión es que los resultados que pueden derivarse de utilizar uno u otros son claramente diferentes, sin que quepa aducir argumentos claros o determinantes a favor de uno u otro de los indicadores de precios, pues todos ellos presentan algún inconveniente. Por ejemplo, los precios al consumo no toman en consideración la evolución de precios de algunos productos industriales que son objeto de importación y exportación (por ejemplo, de los de la máquina herramienta), ya que no entran a formar parte del consumo de la población.

### **Los costes laborales**

Uno de los factores que inciden más en los costes y, por consiguiente, en los precios, es el coste laboral. Por tal razón en los análisis de competitividad se ha dado gran importancia al análisis de los costes laborales. E incluso, cuando se calcula el índice de competitividad, para el cálculo de tipo de cambio efectivo real algunos utilizan en lugar de un índice de precios, los índices de los costes laborales nominales unitarios.

Si empezamos por el análisis de nivel, la variable relevante para analizar el efecto de los costes laborales en la competitividad es el coste laboral unitario (CLU), esto es, el indicador que nos indica el coste laboral que hay incorporado en cada unidad de producto. Dicho coste laboral es el resultado de dos componentes: el coste laboral por asalariado (o, alternativamente, por hora trabajada); y la productividad aparente del trabajador (o, alternativamente, por hora trabajada).

Cuando se calcula el CLU resulta un tanto intrascendente en qué tipo de unidades están expresados el coste laboral por empleado y la productividad, pues al figurar el mismo tipo de unidades en el numerador y denominador su efecto se anula. No sucede lo mismo cuando se quieren comparar, por un lado, el coste laboral por asalariado y, por otro, la productividad. En efecto, a la hora de calcular el coste laboral por asalariado podemos expresar éste en un tipo de cambio corriente (en euros, por ejemplo) o podemos expresarlo en paridades de poder compra. Desde el punto de vista del trabajador el modo de expresarlo más apropiado es en paridades de poder de compra, pues eso nos permite comparar mejor la capacidad adquisitiva que obtiene el trabajador por la venta de su fuerza de trabajo. Desde el punto de vista de la empresa, en cambio, el modo de expresión más adecuado es en tipos de cambio corrientes, pues es en tal

medida como se ve obligada a competir la empresa en los mercados. En general, cuando el coste laboral por empleado español se expresa en paridades de poder de compra, su valor se incrementa con respecto al de la media europea.

De la misma manera, la productividad se puede expresar en tipos de cambio corriente o en paridades de poder de compra. Desde un punto de vista de país y cuando estamos tomando en cuenta el conjunto de la economía, la productividad se suele medir en paridades de poder adquisitivo. Mientras que desde el punto de vista de la empresa, nuevamente la medición más apropiada de la productividad es a tipos de cambio corrientes.

Por otro lado, la evolución del coste laboral unitario se puede analizar en términos nominales o en términos reales. En el primer caso, la evolución del numerador del cociente (esto es, del coste laboral por asalariado) se toma en términos nominales; mientras que en el segundo, se expresa en términos reales (generalmente utilizando para su transformación a términos reales el deflactor del PIB).

Si estamos interesados en analizar la influencia de la variación del coste laboral en la variación de los precios y, por ende, si queremos utilizar un indicador de costes laborales como sustituto de los precios en el cálculo del índice de competitividad (o tipo de cambio efectivo real), el indicador relevante es el coste laboral nominal unitario.

En cambio, si estamos interesados en analizar la influencia de la variación de los costes laborales en los márgenes empresariales, la variable relevante es el coste laboral real unitario, ya que permite considerar tres factores simultáneamente: la variación que experimenta el coste de la mano de obra, la variación que experimenta la productividad de esa mano de obra y la variación que experimentan los precios de las empresas.

En general, la contabilidad regional permite calcular todas estas variables en un plano regional. Pero su cálculo no suele resultar posible en el ámbito local, por no disponerse de cuentas económicas para este último nivel territorial.

### **El excedente de explotación**

La parte del VAB que no corresponde a la remuneración de los asalariados se denomina, en la contabilidad nacional, excedente bruto de explotación. Si del mismo extraemos la amortización o consumo de capital fijo, se obtiene el excedente neto de explotación. Este excedente reflejaría las rentas que van a manos de todos aquellos que no son asalariados. El excedente neto de explotación en porcentaje del VAB cabría considerarlo como un indicador de margen: expresaría el porcentaje del VAB neto generado en la economía que corresponde a rentas no salariales. Dado que el excedente de explotación surge sustrayendo al VAB las remuneraciones de los asalariados, la evolución que muestra la ratio excedente de explotación/VAB será prácticamente inversa a la que tenga el coste laboral unitario.

### **6. 2. Indicadores de competitividad empresariales.**

Los indicadores de competitividad empresarial tradicionalmente empleados han sido la rentabilidad empresarial y las cuotas de mercado.

## **Resultado y rentabilidad empresarial**

Uno de los mayores problemas que presenta el excedente neto de explotación recogido en el sistema de Cuentas Nacionales es que en él se mezclan muy diferentes tipos de rentas: desde la del pequeño agricultor o comerciante, cuyas rentas corresponden más a una remuneración a su trabajo que a una remuneración a su capital, pasando por las rentas que perciben los ahorradores por sus inversiones, hasta los beneficios empresariales. Por eso, si estamos interesados en el análisis de la rentabilidad empresarial las Cuentas Nacionales no proporcionan información suficientemente desagregada y resulta preferible acudir a otras fuentes que ofrezcan datos sobre las cuentas de pérdidas y ganancias y los balances de las empresas.

La fuente más conocida al respecto ha sido en España la Central de Balances del Banco de España, equivalente de la cual sería en Europa el Proyecto Bach que gestiona la Comisión Europea. En la década de los noventa, sin embargo, las empresas españolas empezaron a verse obligadas a depositar sus estados contables en los registros mercantiles y comenzó a disponerse de datos de las mismas, publicados por el propio Registro Mercantil o por sociedades tales como Informa que comercializa la base de datos SABI. Un equivalente europeo de esta última sería la base de datos Amadeus.

De los datos del Registro Mercantil y de la base SABI resulta posible obtener para España datos balances y cuentas de resultados regionalizados o incluso municipalizados. Se debe ser consciente, no obstante, que en el valor de la empresa que aparece asignada a un municipio o comunidad autónoma estarán incluidos valores de la actividad desarrollada por la empresa en establecimientos a ella pertenecientes ubicados en otros municipios o comunidades autónomas; y, por el contrario, que la actividad de los establecimientos ubicados en un municipio o comunidad autónoma no aparecerá asignada a aquellos caso de que la sede social de la empresa no radique en ellos. Por otra parte, los datos que proporcionan estas fuentes, aunque resulta evidente que poseen una amplia cobertura (medida, por ejemplo, por el porcentaje de facturación correspondiente a las empresas que figuran en tales bases de datos), no cabe determinar con exactitud tal nivel de cobertura y, adicionalmente, las agregaciones de ellas resultantes no resultan estadísticamente representativas.

El proyecto BACH no ofrece datos regionalizados para los países europeos, pero a partir de Amadeus resulta posible obtener tal tipo de datos para los países europeos (aunque el nivel de cobertura de los datos varía mucho de unos países a otros). Señalemos, no obstante, que la comparación de los datos contables de empresas de diferentes países suscita serios problemas, debido a que, con motivo de las diferentes normas y prácticas contables existentes de unos países a otros, los datos no suelen ser homogéneos.

La disponibilidad de datos sobre cuentas de resultados y balances empresariales permite efectuar análisis de rentabilidad empresarial más afinados que los que resultarían de las Cuentas Nacionales. Una primera disyuntiva es, precisamente, el decidir en qué tipo de resultados empresariales centrarse. En principio, si lo que queremos es medir la competitividad de la actividad principal de la empresa, el tipo de resultados más adecuado sería el resultado neto de explotación. Pero si lo que nos interesa es la capacidad de la empresa para generar beneficios, sean o no propios de su actividad, nos deberemos fijar en el resultado ordinario, o incluso en el resultado final del ejercicio (esto es, incluyendo también los resultados extraordinarios). En la mayoría de los

estudios los analistas se inclinan por el resultado neto de explotación o por el resultado del ejercicio antes de impuestos.

La puesta en relación del resultado con los recursos necesarios para su obtención da lugar a la rentabilidad. Hay dos indicadores básicos de rentabilidad:

- ❑ La rentabilidad económica, que se obtendría dividiendo el resultado neto de explotación por el total de activos;
- ❑ La rentabilidad financiera, que generalmente se suele obtener dividiendo el resultado del ejercicio entre los recursos propios.<sup>154</sup>

Normalmente se suele considerar que el indicador más apropiado de la competitividad empresarial es la rentabilidad económica. Dicho indicador estaría expresando el resultado que se obtiene por cada euro invertido en la empresa, independientemente de cómo se reparte aquel resultado luego entre aquellos que han aportado financiación a la empresa (accionistas, acreedores financieros.. .).

Conviene señalar que la rentabilidad varía sustancialmente de unos sectores a otros. Autores como Porter sostienen que la rentabilidad media del sector está determinada por fuerzas tales como el poder de negociación de los proveedores y clientes, la amenaza de productos sustitutivos y de nuevos entrantes, y la rivalidad entre competidores. La estructura que presentan esas cinco fuerzas varía de sector a sector y es esa estructura la que explicaría la variación de las rentabilidades medias de unos sectores a otros. Adicionalmente, como la estructura de esas fuerzas es diferente de unos países a otros, la rentabilidad media varía de unos sectores a otros y la lista de sectores ordenados en función de su rentabilidad será diferente de unos países a otros.

La rentabilidad que obtiene una empresa no tiene por qué coincidir con la rentabilidad media del sector a que pertenece. La literatura ligada a la Dirección Estratégica ha tendido a sostener que según sea la eficiencia operativa y el logro alcanzado en el posicionamiento estratégico por la empresa, su rentabilidad será mayor o menor que la media de su sector. Dado que la unidad fundamental del análisis estratégico es el sector, la ventaja o desventaja competitiva de la empresa se mediría por el grado en que su rentabilidad se sitúa por encima o por debajo de la media del sector. La reciente literatura de clusters ha puesto, sin embargo, de manifiesto que de la pertenencia de la empresa a un cluster (entendiendo por este, un grupo de empresas interconectadas y de instituciones asociadas, ligadas por actividades e intereses comunes y complementarios, geográficamente próximas), se derivan economías externas positivas para dicha empresa, que darán lugar a una mayor productividad y rentabilidad. De modo que la desviación de la rentabilidad de la empresa sobre la rentabilidad media del sector, puede deberse, además de a factores internos a la empresa, a la pertenencia o no de la empresa a un cluster que refuerce su competitividad.

---

<sup>154</sup> Al disponer de un nivel de desagregación contable mayor en las cuentas de las empresas, la Central de Balances del Banco de España calcula la rentabilidad ordinaria del activo neto (rentabilidad económica) dividiendo la suma del resultado ordinario neto y de los gastos financieros, por el activo neto de los recursos sin coste; y, a su vez, la rentabilidad ordinaria de los recursos propios (rentabilidad financiera), dividiendo el resultado ordinario neto por los recursos propios. Es más, la citada institución ajusta los valores del activo neto de los recursos sin coste y de los recursos propios que le han comunicado las empresas a los precios corrientes que dichas partidas tendrían en cada momento.

Por último, podríamos preguntarnos en qué medida la rentabilidad de las empresas del país (que sería expresiva del nivel de competitividad de sus empresas) aparece correlacionada con el nivel de renta per capita del país (que, como antes hemos señalado, sería expresiva del nivel de competitividad del territorio). Conviene destacar, a este respecto, que no tiene por qué darse que los países con mayor nivel renta per capita (y que, conforme a tal indicador, podrían considerarse como los más competitivos internacionalmente) sean aquellos con una rentabilidad económica mayor. Si así fuera, no tendrían lugar los procesos de inversión directa de los países desarrollados en los países en vías de desarrollo.

### **Productividad empresarial**

Al igual que en la renta *per capita*, también en la rentabilidad empresarial influye la productividad. A igualdad de condiciones, cuanto mayor sea la productividad, mayor será la rentabilidad de la empresa. Esto es, una mayor productividad incide favorablemente tanto en la renta *per capita* como en la rentabilidad empresarial. Mas, en el resultado que obtiene la empresa por unidad de producto inciden no sólo la productividad del trabajador, sino también el coste laboral del asalariado. Y puede suceder que del mayor valor añadido generado en el proceso productivo se apropien otros agentes (por ejemplo, el trabajador, con unos mayores salarios) y que lo que quede para la empresa tras ese reparto sea menor que lo que resta para otra empresa en que la productividad sea menor, pero también los costes laborales y demás apropiaciones de rentas sean menores.

Continuando con las diferencias entre los análisis de competitividad del territorio y de las empresas en materia de competitividad, conviene señalar que, mientras que desde un punto de vista de país lo que resulta más lógico es expresar la productividad y el coste laboral por empleado en paridades de poder adquisitivo, desde el punto de vista de empresa resulta más pertinente expresar esas variables a los tipos de cambio existentes en los mercados (es decir, expresar esas variables en euros o cualquier otra moneda realmente existente), ya que sus costes o precios, que son con los que compiten, están expresados en tales tipos de cambio.

Por otro lado, como antes se ha indicado, la productividad indica el número de unidades de input que se necesita para obtener una unidad de output. Esa relación entre input y output debe entenderse más en términos de valor, que en términos físicos. Por ejemplo, más que el crecimiento del número de toneladas de acero que cada trabajador es capaz de producir al año, desde el punto de vista empresarial la productividad debería expresarse por el valor de esas toneladas de acero que el trabajador produce. En efecto, puede que, aunque no aumente el número de toneladas de acero producidas, haya variado su composición, de modo que se haya incrementado el porcentaje de aceros aleados (que son más costosos de producir), y el valor de dichas toneladas de acero haya crecido en consonancia. El atender al valor del output, en lugar de meramente a sus unidades físicas, permite incorporar en la estimación de la productividad, no sólo la eficiencia operativa, sino también la diferenciación (calidad, diseño, etc. ) que en el producto esa empresa haya podido incorporar.

Generalmente, cuando se analiza la productividad del conjunto de la economía la variable que se suele tomar para expresar ese output es el PIB o el valor añadido bruto



(VAB), aunque también podría recurrirse al valor de la producción. Esto último no suele ser habitual, pues, entre otras cosas, es mucho menos habitual la disponibilidad estadística de datos de producción que de VAB o PIB. Cuando se intenta medir la productividad empresarial, en cambio, el dato de facturación suele ser mucho más habitual que el de VAB, ya que este último requiere conocer la cuenta de resultados de la empresa y efectuar unas operaciones determinadas con sus cuentas. Por tal razón, muchas veces la productividad empresarial aparece medida como las ventas por empleado.

No obstante, también en el caso de las empresas resultaría más idóneo calcular la productividad a partir del valor añadido. De otro modo, la externalización o desagregación de actividades daría lugar a que la productividad por operario presentara un valor distinto en dos empresas que poseen igual eficiencia operativa y similar diferenciación (tecnología, diseño, etc. ) de sus productos, pero en la cual las actividades aparecen en una de ellas integradas (la que presenta menor productividad) y en la otra no (la que presenta mayor productividad).

En suma, cuando se desea medir la productividad de la empresa resulta preferible, en los casos en que por disponerse de la desagregación de la cuenta de resultados así resulta posible, calcular dicha productividad con relación al valor añadido. Y cuando se realizan comparaciones internacionales, resulta preferible expresar el valor añadido generado por empleado (o por hora trabajada, en caso de que se dispusiera de tal dato, cosa que no suele ser habitual) a tipos de cambio corrientes, en lugar de tratar de convertirlo a paridades de poder adquisitivo.

Y todo lo dicho sobre la productividad resulta tanto más aplicable a los costes laborales. Por la mayor facilidad para disponer de los datos, con frecuencia los costes laborales de la empresa se suelen expresar en porcentaje de la facturación o de los ingresos de explotación de la misma. Tal ratio no es, sin embargo, un indicador adecuado del nivel de competitividad en costes laborales de la empresa, pues dicha ratio está muy condicionada por el nivel de externalización de actividades desarrolladas por la empresa. Así, imaginemos que una empresa puede subcontratar el servicio de transporte al mismo coste que le resulta dicho servicio cuando se presta por personal de la propia empresa: si cubriera dicho servicio con personal propio el porcentaje que suponen los costes laborales sobre facturación sería mayor, mientras que si lo subcontratara sería menor, cuando en ambos casos los costes totales serían los mismos para la empresa. Es por ello que para medir la incidencia de los costes laborales en la competitividad de la empresa resulta preferible poner el coste laboral de los empleados con el valor añadido.

### **Cuotas de mercado**

Las cuotas de mercado, medidas generalmente con respecto a la facturación total del sector en que está ubicada la empresa, han sido otro indicador tradicional de competitividad de las empresas. Cuando una empresa aumenta su cuota de mercado suele considerarse que ello es debido a que la empresa está comportándose mejor que sus competidores y que, por consiguiente, ha mejorado su competitividad. Y, justo lo contrario, cuando una empresa ve reducida su cuota de mercado. El nivel de la cuota de mercado cabría también considerarlo como fruto de la evolución habida en las cuotas de las empresas hasta ese momento y, en consecuencia, como expresión de la competitividad alcanzada por la empresa a lo largo de la historia.

Dos son los grandes reparos que suscita el recurso a las cuotas de mercado como indicador de la competitividad empresarial. En primer lugar, habría que empezar señalando que, de acuerdo con la corriente mayoritaria en la Microeconomía y en la Economía de empresa, el objetivo primario de cualquier empresa debe ser conseguir una rentabilidad de la inversión superior a largo plazo, y no el aumentar la cuota de mercado o el tamaño. Estos últimos solo se convierten en objetivos en la medida en que posibilitan esa mayor rentabilidad. Por lo tanto, las métricas a ellos ligados no son las más adecuadas para medir la competitividad empresarial. Una empresa puede aumentar su cuota de mercado a costa de tirar precios y perder rentabilidad. Igualmente, el incremento de la cuota de mercado de una empresa puede ser fruto de una fusión o adquisición, que permite a la empresa resultante poseer una mayor cuota de mercado, sin que necesariamente ello sea reflejo de una mayor rentabilidad.

Adicionalmente, el cálculo de las cuotas de mercado suele ser más complicado que el de la rentabilidad empresarial, pues requiere disponer de los datos de ventas no sólo de la empresa, sino también de todo el sector, y con frecuencia esto último no suele ser tan habitual: no lo es en el ámbito nacional, y todavía lo es menos en el ámbito mundial. En el caso de determinadas industrias, hay asociaciones sectoriales que proporcionan tales estimaciones, de modo que, conociendo las ventas de una empresa de ese sector, resulta posible el cálculo de su cuota de mercado. Recientemente, la disponibilidad de bases como SABI, en la que aparecen registradas más del 80% de las personas jurídicas que desarrollan una actividad empresarial y que, por ser precisamente las de mayor tamaño, cabe considerar que constituyen un porcentaje todavía superior de las ventas de cada sector, hace posible el cálculo de cuotas empresariales y el análisis de su evolución en el tiempo. De todos modos, un grave problema que en la práctica suelen presentar las estimaciones de las cuotas es que las empresas no suelen realizar una única actividad económica y que las ventas correspondientes a todas las actividades de la empresa (que cabría identificar por las CNAEs de la empresa) aparecen imputadas a la que es la actividad principal de la empresa. En consecuencia, ni el total de las ventas de la empresa (que figura en el numerador del cociente para el cálculo de la cuota) suele reflejar realmente las ventas de la empresa en esa industria o sector, ni el total de las ventas del sector suele medir realmente las ventas correspondientes a esa actividad determinada.

## Referencias Bibliográficas capítulos 1 a 4

- Abernathy, W. J. ; Chakravarty, B. S. (1979): La intervención gubernamental en el mercado y la innovación tecnológica: un marco para las políticas. En Roberts, 1996; Gestión de la innovación tecnológica. COTEC – Madrid
- Abramowitz, M. (1956): Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*, núm, 46
- Acosta, M. y Coronado, D. (2002): “Las relaciones ciencia–tecnología en España. Evidencias a partir de las citas científicas en patentes”, *Economía Industrial*, nº 346.
- Alcaide, L. (2004): “Corrupción: obstáculo al crecimiento y a la competitividad”, *Economía Exterior*, nº 31.
- Allen, T. ; Utterback, J. ; Sirbu, A. ; Ashford, N. ; Hollomon, J. (1978): Government Influence on the Process of Innovation in Europe and Japan. *Research Policy*, Vol. 7
- Amable, B. y Petit, P. (2001): The diversity of Social Systems of Innovation and Production during the 1990s; Paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June, 2001.
- Amable, B. , Barré, R. y Boyer, R. (1997): Les systèmes d’innovation à l’ère de la globalisation; Paris.
- Anderson, J. E. y Van Wincoop, E. (2003): “Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle”, *American Economic Review*, vol. 93, nº 1.
- Archibugi, D. y Michie, J. (1995): The globalisation of Technology: A new Taxonomy; *Cambridge Journal of Economics*, 19, pp. 121-140.
- Archibugi, D. ; Cesaratto, S. ; Sirili, G. (1991): Sources of Innovative Activities and Industrial Organisation. *Research Policy*, Vol. 20
- Archibugi, D. ; Iammarino, (2000): Innovación y globalización: evidencia e implicaciones. En: Molero, J. (Coordinador; 2000): Competencia global y cambio tecnológico: Un desafío para la economía española Pirámide, Madrid.
- Archibugi, D. ; Michie, J. (1997): Technology, Globalisation and Economic Performance. Cambridge University Press
- Archibugi, Daniele, y Lundvall, Bengt-Ake. (2001). The Globalizing Learning Economy. New York, NY: Oxford University Press, Inc.
- Arena, R. y Lazaric, N. (2003): “La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter. Une analyse économique rétrospective”. *Revue Économique*, vol. 54, nº 2, Marzo.
- Arocena y Sutz, (2006): Mirando los sistemas nacionales de innovación desde el sur. Pagina web de la Organización de Estados Iberoamericanos ([www.oei.es](http://www.oei.es)).
- Arrow, K. (1962): “Economic welfare and the allocation of resources for invention”. Incluido en *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press. Traducción española en Rosenberg (1979).
- Arrow, K. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29 (2)
- Arundel, A. (2006): Innovation survey indicators: Any progress since 1996? Or how to address the ‘Oslo’ paradox: we see innovation surveys everywhere but where is the impact on innovation policy? MERIT Working Document [<http://www.merit.unu.edu>]
- Asheim, B. (2007) : Sistemas regionales de innovación y bases del conocimiento diferenciadas: un marco teórico analítico”; incluido en M. Buesa y J. Heijs (Coordinadores) (2007).
- Audretsch, D. (1992): La Política Industrial: Algunos ejemplos Internacionales. En: Martin (Ed. ), 1992
- Aydalot, P. ; Keeble, D. (Eds. ). (1988): High Technology Industry and Innovative Environments. The European Experience.
- Bania, N. , Calkins, L. N. y Dalenberg, D. R. (1992): “The effects of regional science and technology policy on the geographic distribution of industrial R&D laboratories”, *Journal of Regional Science*, vol. 32–2.
- Barge, A (2006): Los Centros Tecnológicos como instrumento de intervención pública en los Sistemas Regionales de Innovación, Tesis Doctoral.
- Barzel, Y. (1968): Optimal Timing of Innovations. *Review of Economics and Statistics* 50
- Basberg, B. (1987): “Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature”, *Research Policy*, nº 16.
- Bassanini, A. y Scarpetta, S. (2001): “Les moteurs de la croissance économique dans les pays de l’OCDE: Analyse empirique sur données de panel”. *Revue Économique de l’OCDE*, nº 33.
- Bassanini, A. , Scarpetta, S. y Visco, I. (2000): Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries, National Bank of Belgium, Bruselas.
- Baumert, T. (2006): Los determinantes de la innovación. Un análisis aplicado sobre las regiones de la Unión Europea, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Baumert, T. y Martínez Pellitero, M. (2007): “La cooperación en España: un análisis cuantitativo”;

- incluido en Heijs y Buesa (2007).
- Bayona, C. , García, T. y Huerta, E. (1999): Motivaciones empresariales para cooperar en I+D: un análisis empírico con empresas españolas, Universidad Pública de Navarra, Departamento de Gestión de Empresas, Documento de Trabajo nº 36/99.
- Beise, M. ; Licht, G. ; Spielkamp, A. (1995): Technologie Transfer an der Kleine und Mittlere Unternehmen: Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg. Somos Verlagsgesellschaft
- Boulding, K. E. (1985): The world as a total system. Beverly hill, Sage Publications
- Braczyck, H. J. , Cooke, P. y Heidenreich, R. (eds. ) (1996): Regional Innovation Systems. London University Press, Londres.
- Braczyk et al (1998): Regional Innovation Systems. The role of governance in a globalized world; London, Bristol.
- Breschi, S. y Malerba, F. (2005): Clusters, networks and innovation: research results and new directions. In: Clusters, networks and innovation. Breschi S. , Malerba F. (Eds. ), Oxford University Press: 2005: Oxford, 1-26.
- Bross, U; Heijs, J. (1999): What can regional technology policy learn from the innovation systems approach? - with a case study from Spain and Germany Ponencia en la conferencia "regional innovation systems in europe - NECSTS/RICTES-99 conference Donostia-San Sebastian, Spain, 30 September - 2 October 1999
- Buchanan, J. M. , Mc. Cormick, R. E. y Tollison, R. D. (Eds. ) (1984): El análisis económico de lo político, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.
- Buchanan, J. M. , Tollison, R. D. y Tullock, G. (Eds. ) (1980): Toward a theory of the rent-seeking society, Texas University Press, Austin.
- Buesa, M. ; Molero, J. (1992): Patrones De Cambio Tecnológico y Política Industrial: Un Estudio de las Empresas Madrilenas. Madrid, Civitas/Imade
- Buesa, M, Navarro, M. y Heijs, J. (2007): "Medición de la innovación: indicadores regionales"; incluido en M. Buesa y J. Heijs (Coordinadores) (2007).
- Buesa, M. (1992): Política Tecnológica: Una Evaluación Global. Economistas No: 52
- Buesa, M. (1996): "Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación de los Centros Tecnológicos". Economía Industrial, nº 312.
- Buesa, M. (1998): I+D e innovación en las regiones españolas. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Documento de trabajo, Nº 13 (1998)
- Buesa, M. (2003): "Ciencia y tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación", Información Comercial Española, nº 811, Diciembre.
- Buesa, M. (2003a): "Innovación tecnológica en las empresas españolas. Un panorama en el período constitucional (1978-2003)", Economía Industrial, nº 349-350.
- Buesa, M. (2008): "Innovación y competitividad en las empresas"; incluido en C. Cañibano, M. I. Encinar y F. F. Muñoz (2008).
- Buesa, M. et al. (2002): El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, Comunidad de Madrid, Madrid.
- Buesa, M. y Heijs, J. (Coordinadores) (2007): Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y medición. Fundación de las Cajas de Ahorro, Madrid.
- Buesa, M. y Molero, J. (1992): Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas. Civitas, Madrid.
- Buesa, M. y Molero, J. (1996): "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of Madrid region", Research Policy, nº 25.
- Buesa, M. y Zubiaurre, A. (1999): "Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco". Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía, nº 44.
- Buesa, M. , Baumert, T. , Heijs, J. y Martínez (2002): "Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas", Economía Industrial, nº 347.
- Buesa, M. , Heijs, J. y Martínez Pellitero, M (2002): "Una tipología de los sistemas regionales de innovación en España", Revista Madri+d, Monografía nº 5, Diciembre.
- Buesa, M. , Heijs, J. , Baumert, T. y González Gómez, J. (2005): "Índice Regional de Innovación". Incluido en Observatorio FECYT de Política Científica y Tecnológica: Panorama del Sistema Español de Ciencia y Tecnología 2004. Ed. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.
- Buesa, M. , Heijs, J. , Baumert, T. y Martínez Pellitero, M. (2003): "Metodología y resultados del índice IAIF de la innovación regional", Revista Madri+d, Monografía nº 6, Mayo.
- Buesa, M. , Heijs, J. , Martínez Pelletero, M. y Baumert, T. (2006): "Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case", Technovation, nº 26.
- Buesa, M. , Martínez Pellitero, M. , Baumert, T. y Heijs, J. (2007): "Novel applications of existing

- econometric instruments to analyse regional innovation systems: the Spanish case". Incluido en Jordi Suriñach, Rosina Moreno y Esther Vayá: *Knowledge Externalities, Innovation Clusters and Regional Development*. Ed. Edward Elgar, Cheltenham
- Buesa, M. , Martínez, M. , Heijs, J. y Baumert, T. (2002): "Los sistemas regionales de innovación en España. Una tipología basada en indicadores económicos e institucionales", *Economía Industrial*, nº 347.
- Buesa, M. , Navarro, M. et al. (2001): *Indicadores de la ciencia, la tecnología y la innovación: metodología y fuentes para la CAPV y Navarra*, Eusko Ikaskuntza, San Sebastián.
- Cabral, L. (1997): *Economía Industrial*, McGraw Hill, Madrid.
- Cantwell, J. (2000): *Globalización de la capacidad innovadora. La estructura de la acumulación de competencias en los países emisores y receptores*. En Molero, 2000
- Cantwell, J. A. (1995): The globalisation of technology: what remains of the product cycle model?, *Cambridge Journal of Economics*, 19: 155-174.
- Cañibano, C. , Encinar, M. I. y Muñoz, F. F. (2008): *Economía del conocimiento y la innovación. Nuevas aproximaciones a una relación compleja*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Carlson, B. (1994): Technological systems and economic performance, In M. Dodgson and R. Rothwell (eds), *The handbook of industrial innovation*, Aldershot, Hants, UK: Edward Elgar Publishers Ltd.
- Carlsson, B. ; Jacobson, S. (1997): Diversity, Creation and technological systems: A technology policy perspective. En Edquist 1997
- Ce (1995). Libro Verde de la Innovación. Comisión Europea. Diciembre 1995.
- Chen, N. (2004): "Intra-National versus International Trade in the European Union: Why do National Borders Matter?", *Journal of International Economics*, vol. 63, nº 1.
- Cindoc (2006): Proyecto de Obtención de Indicadores de Producción Científica de la Comunidad de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrid [www. madrimasd. org]
- Clarke, R. (1993): *Economía Industrial*, Celeste Ediciones, Madrid.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989): Innovation and Learning: The two Faces of R&D Implications for the Analysis of R&D Investment; *The Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990): "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35.
- Cohendet P. , Llerena P, Stahn H. , Umbauer G. eds. (1998): *The Economics of Networks, Interactions and Behaviours*, Springer, Berlin.
- Cohendet, P. et al. (1998): "La gestion publique des externalités positives de recherche". *Revue Française de Gestion*, nº 118, Marzo-Mayo.
- Comisión Europea (1996): Encuesta Comunitaria de Innovación 1992. Bruselas
- Comisión Europea (2002a): Cuadro de indicadores de la innovación de 2002, SEC (2002) 1349, Bruselas.
- Comisión Europea (2002b): 2002 European Innovation Scoreboard: Technical Paper nº 3: EU Regions, Publication from the Innovation/SMEs Programme, Bruselas.
- Commission Européenne (2002): Étalonnage de la politique des entreprises: résultats du Tableau de bord 2002, Bruselas. SEC (2002) 1213.
- Cooke, J. (2001): Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy, *Industrial y Corporate Change*, 10, 945-974
- Cooke, P. ; Morgan, K. (1993): The Network Paradigm; *New Departures in Corporate and Regional Development. Environment and Planning D: Society and Space*, 11, P. 543-564
- Cooke, P. ; Morgan, K. (1994) *The Creative Milieu: A Regional Perspective on Innovation*.
- Cooke, Ph. , Uranga, M. Y Etxebarria, G. (1997): Regional Systems of Innovation: Institutional and Organizational Dimensions; *Research Policy*, No. 26, pp. 475-491.
- Cotec (1997): Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Cotec (1998): *Las Compras Públicas y la Innovación en España*. Estudio Cotec, Número 12
- Cruz, L. , Fernández, M. y Sanz, L. (2003): "La importancia de los intereses académicos en la política científica y tecnológica catalana", *Papers*, nº 70.
- D. Foray And B. A. Lundvall (1996): The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy, in *Unemployment and growth in the knowledge-based economy*, OCDE, 1996.
- Dankbaar B. , et al. (1993a): *Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy Overall Strategic Review*. Monitor-Sast Project No. 8 commission of the European
- Dans, E. (2010): *Todo va a cambiar: Tecnología y evolución: Adaptarse o desaparecer*. DEUSTO S. A.

EDICIONES, 2010

- Dasgupta P, David P A (1987): Information Disclosure and the Economics of Science and Technology, Feiwel G R (ed. ) Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory. New York University Press, New York, NY: 519-40
- Dasgupta, P. y David, P. (1987): Priority, secrecy, patents and the socio-economic of science and technology. CEPR, publicación n° 127.
- Dasgupta, P. ; Stiglitz, J. (1980a): Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity. Economic Journal, Vol. 90
- Dasgupta, P. ; Stiglitz, J. (1980b): Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R&D. Bell Journal of Economics,
- Dixit, A. (1988a): Optimal Trade and Industrial Policies for the U. S. Automobile Industry. En: Feenstra, R. (Ed. ) ; Empirical Methods for International Trade
- Djellal, F. ; Gallouj, F. (2001): "Innovations surveys for service industries. A review", incluido en Thurioux B. ; Arnold, E. y Couchot, C. (Eds. ) Innovation and enterprise creation: statistics and indicators. European Commission (EUR, 17038), Luxemburgo.
- Dosi, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change, Research Policy, vol. 11, (147-162).
- Dosi, G. (1988): "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation". Journal of Economic Literature, vol. XXVI, Septiembre. Una traducción española de este trabajo con el título "Fuentes, métodos y efectos microeconómicos de la innovación" puede encontrarse en Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía, n° 22, 1992.
- Dosi, G. (1991) : Perspectives on Evolutionaire Theory. Science and Public Policy, Vol. 18, No. 6
- Dosi, G. y Winter, S. G. (2003): "Interprétation évolutionniste du changement économique". Revue Économique, vol. 54, n° 2, Marzo.
- Dosi, G. ; Freeman, C. ; Nelson, R. ; Silverberg, G. (1988): Technical Change and Economic Theory. Pinters Publishers
- Drucker, P. (1985) "Innovación y emprendimiento" (1985).
- Edquist, C. (Ed. ) (1997): Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations. Printer, Londres y Washington.
- Edquist, Ch. (2005): Systems of Innovation: Perspectives and Challenges", en The Oxford Handbook of Innovation, Fagerberg, Mowery y Nelson (eds), Oxford University Press
- Edquist, Ch. (ed. ) (1997): Systems of innovation. Technologies, Institutions and Organizations;Pinter, London.
- Edquist, Ch. y Johnson, B. (1997): Institutions and Organisations in Systems of Innovation. En: EDQUIST (ed. ) (1997).
- Edquist, Charles. (1996): Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics, Working Paper 163, Department of Technology and Social Change, 1996, 53 pp.
- Etan working paper (2000): Internationalisation of Research and Technology: Trends, issues and implications for S&T policies in Europe (European Commission, DG XII, Brussels/Luxembourg, July 1998
- European Commission (2005): Evaluating the knowledge economy – what are patents actually worth?, Bruselas.
- Eurostat (1998a): Employment in high technology manufacturing sectors at the regional level, Documento EUROSTAT/A4/REDIS/103.
- Eurostat (1998b): "Resources humaines en haute technologie", Statistiques en Bref.
- Eurostat (2006) : "Vue d'ensemble des procédures et statistiques en matière de brevets", Statistiques en Bref, n° 19
- Evans, C. L. (2003): "The Economic Significance of National Border Effects", American Economic Review, vol. 93, n°4.
- Ewers, H. J. ; Wettmann, R. W. (1980): Innovation Orientated Regional Policy. Regional Studies, Vol. 14, (161-179)
- Fagerberg, J. (1988a): Why Growth Rates Differ. En: Dosi/Freeman/Nelson/Silverberg/Soete (Ed. ), 1988
- Fagerberg, J. (1994): Technology and International Differences in Growth Rates. Journal of Economic Literature, Vol. XXXII, (September)
- Fernández, M. , Sanz, L. y Cruz, L. (2003): "Diseño institucional y preferencias políticas: o cómo equilibrar los intereses académicos en la política de ciencia, tecnología e innovación gallega", Iguruak, n° 35.
- Foray, D. (1991): "Économie et politique de la science: les développements théoriques récents". Revue Française d'Économie, vol. 6, n° 4.

## El Sistema Español de Innovación: evolución histórica, problemas y fallos sistémicos

- Foray, D. (1991): The secrets of industry are in the air: Industrial cooperation and the organizational dynamics of the innovative firm. *Research Policy* 20:393-406.
- Fransman, M. (1997): Convergence, the Internet, Multimedia and the Implications for Japanese and Asian Tiger Companies and National Systems, paper presented at international symposium on "Innovation and Competitiveness in NIEs", STEPI, Seoul, May
- Freeman, C. (1997): The diversity of national research systems, Ch. 1 in Barre, R.; Gibbons, M.; Maddox, J.; Martin, B.; Papon, P. (Eds) *Science in Tomorrow's Europe*, Paris, Economica International.
- Freeman, Ch. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*.
- Freeman, Ch. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Printer, Londres.
- Freeman, Ch. (1994): Innovation and Growth. En: Dodgson/Rothwell (Ed. )
- Freeman, Ch. (1995): The National System of Innovation in Historical Perspective; *Cambridge Journal of Economics*, No. 19, pp. 5-24.
- Freeman, Ch. (2004): "Sistemas de innovación continental, nacional y subnacional. Interrelación y crecimiento económico". *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, nº 56.
- Freeman, Ch. , Clark, J. y Soete, L. (1985): *Desempleo e innovación tecnológica. Un estudio de las ondas largas y el desarrollo económico*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid.
- Fritsch, M. (1995): The Market, Market Failure, and the Evaluation of Technology Promoting Programmes. En: Becher/Kuhlmann
- Galende del Canto, J. (2003): "Determinantes, patrones y resultados del proceso de innovación en la empresa española". Incluido en Navas y Nieto (Eds. ) (2003).
- García Quevedo, J. (1999): *Innovación tecnológica y geografía en España*, Tesis Doctoral, Departamento de Econometría, Estadística y Economía Aplicada, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- García Quevedo, J. (2002): " Universidades e infraestructura tecnológica en la localización de las innovaciones", *Economía Industrial*, nº 346.
- Gee, S. (1981). *Technology transfer, innovation & internacional competitiveness*. Wiley & Sons, New York.
- Geroski, P. (1995): Markets for Technology: Knowledge, Innovation and Appropriability. En: Stoneman
- Gil-Pareja, S. , Llorca-Vivero, R. , Martínez-Serrano, J. A. y Oliver-Alonso, J. (2005): "The Border Effect in Spain", *The World Economy*, vol. 28, nº 11.
- Godin, B. (2002): The Rise of Innovation Surveys: Measuring a Fuzzy Concept. Project on the history and sociology of S&T statistics, Working Paper nº 16, CSIIC, Montreal.
- Godin, B. (2004): The rise of the innovation surveys: measuring a fuzzy concept. Working Paper nº 16 of the project on the history and sociology of S&T statistics. CSIIC, Montreal
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D productivity growth", *Bell Journal of Economics*, nº 10.
- Griliches, Z. (1986): Productivity, R&D and Basic Research at Firm Level, is there Still a Relationship. *American Economic Review*, Vol. 76 (1)
- Griliches, Z. (1990): "Patent statistics as economic indicators: a survey", *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, Diciembre. Existe traducción española, con el título "Estadísticas de patentes como indicadores económicos: una panorámica", en *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, nº 23, 1992.
- Gual, J. et al. (2006): El problema de la productividad en España: ¿Cuál es el papel de la regulación?, *Documentos de Economía La Caixa*, nº 1, Junio, Barcelona.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (1999): "Le soutien des pouvoirs publics stimule-t-il la R-D privée?", *Revue Économique de l'OCDE*, nº 29.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (2001): R&D and Productivity Growth: A Panel Data Analysis of 16 OECD Countries. *STI Working Papers 2001/3 [DSTI/DOC(2001)3]*, OCDE, París.
- Gumbau, M. (1996): La dimensión regional de la innovación tecnológica, *IVIE-WP-EC96-08*, Valencia.
- Hagedoorn, J. , A. N. Link and N. S. Vonortas (2000), *Research partnerships*, *Research Policy* 29, pp. 567-586.
- Hamel, G. (1991): Competition for competence and inter-partner learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal*, Vol. 12, pág. 83-103.
- Heijs, Joost, Andrés Fernández Díaz, Patricia Valadez y Alicia Coronil (2004). *Relaciones e interacción entre los agentes del sistema nacional de innovación de España: resultados de la encuesta-IAIF/FECYT*. Documento de trabajo, Nº 42 (2004). Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Heijs, J. (2000): *Public Finance of the R&D Activities in Enterprises: Role and Impact of the Spanish low Interest Credits for Individual Enterprises*; Documento de Trabajo Nº 21, Instituto de

Análisis Industrial y Financiero

- Heijs, J. (2001): Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Documento de trabajo, nº 24, Madrid, Octubre. [Recuperable en: [www. ucm. es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif)]
- Heijs, J. (2001b): Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica. Documento de Trabajo nº 24. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. [http://www. ucm. es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif).
- Heijs, J. y Buesa, M. (2007): La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Heijs, J. , Buesa, M. y Baumert, T. (2007): “Sistemas nacionales de innovación: conceptos, perspectivas y desafíos”; incluido en M. Buesa y J. Heijs (Coordinadores) (2007).
- Hollanders, H. y Esser, F. C. (2007): Measuring innovation efficiency. INNO–Metrics Thematic Paper, MERIT, Maastricht University.
- Ine (2002). Indicadores de Alta Tecnología. Año 2000, Madrid.
- Isi; Niw; Diw (2000): Regionale verteilung von Innovations- und technologiepotentials in Deutschland und Europa. Endbericht an das BMBF. Karlsruhe ISI
- Journal of Economics, 19: 141-153.
- Kamien, M. ; Schwartz, N. (1982): Market Structure and Innovation. Traducción en Español (Alianza Editorial, 1989) Cambridge University Press
- Keck, O. (1981): Policy Making in a Nuclear Program. Lexington
- Kline, S. ; Rosenberg, N. (1986): An Overview of Innovation. En: Landau/ Rosenberg (1986), National Academy Press
- Kogut, Bruce. (1988). Joint ventures: theoretical and empirical perspectives. Strategic Management Journal 9: 319-332.
- Koschatzky, K. , Kulicke, M. y Zenker, A. (eds. ) (2000): Innovation Networks. ISI.
- Koschatzky, K. (1997): Innovative Regional Development Concepts and Technology Based Firms. En: Koschatzky (Ed. ) Technology Based Firms in the Innovation Process. Management, Financing and Regional Networks. Physica Verlag
- Koschatzky, K. (2000): The regionalisation of innovation policy in Germany –theoretical Foundations and recent experience. Arbeitspapiere Unternehmen und Región Nº. 1 2000
- Koschatzky, K. (2001): Räumliche Aspekte in Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftstheorie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung; Münster, Hamburg, London.
- Koschatzky, K. ; Gundrum, U. ; Muller, E. (1995): Methodology in Design, Construction, and Operation of Regional Technology Frameworks. ISI-Fraunhofer
- Krugman, P. (1998): What's new about the new economic geography. Oxford review of Economic Policy, No 14
- Levin, R. C. et al (1987): “Appropriating the returns from industrial research and development”, Brookings Papers on Economic Activity, nº 3.
- Lichtenberg, F. ; Siegel, D. (1991): The Impact of R&D Investment on Productivity - New Evidence Using Linked R&D- Lrd Data. Economic Inquiry Vol. XXIX (April)
- List F. (1841): Das Nationale System der Politischen Ökonomie. J. C. Cotta
- Liu, X. y White, S. (2001): Comparing Innovation Systems: A Framework an Application to China's Transitional Context” Research Policy 30: 1091 – 1114.
- Lucas, R. (1988): On the Mechanics of Development Planning. Journal of Monetary Economics, 22 (1)
- Lundvall, B. Å. (1985): Product Innovation and User-Producer Interaction, Industrial Development Research Series No. 31. Aalborg: Aalborg University Press.
- Lundvall, B. y Borrás, S. (1997): The globalizing learning economy: implications for technology policy at the regional, national and European level. Paper to the TSER workshop on “Globalization and the Learning Economy. Implications for Technology Policy”; Brussel, April 1997.
- Lundvall, B. Å. (1997): The Role of National Innovation Systems, in Creativity, Innovation and Job Creation. OECD Proceedings, Paris.
- Lundvall, B. –A. (Ed. ) (1992): National Sitems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Printer, Londres.
- Lundvall, B. Å. , Johnson, B. , Andersen, E. S. , y B. Dalum (2002), National systems of production, innovation and competence building, Research Policy, Vol. 31, pp. 213-231.
- Lundvall, Ba. (1992): User-Producer Relationships, National System of Innovation and Internationalisation. En: Lundvall (Ed. ), 1992
- Lundvall, Bå. , (1998): Why Study National Systems and National Styles of Innovation?; Technology Analysis and Strategic Management, 4, pp. 407-421.
- Machado,Fernández M. (1997). Gestión tecnológica para un salto en el desarrollo industrial . CDTI-



CSIC, Madrid.

- Machlup, F. (1962): The Supply of Inventors and Inventions. En: Nelson R. R. ; The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors nber
- Maddox, J. (1999): Lo que queda por descubrir. Una incursión en los problemas aún no resueltos por la ciencia, desde el origen de la vida hasta el futuro de la humanidad, Debate, Madrid.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1990): "Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case"; incluido en A. Heertje y M. Perlman (eds. ): Evolving Technology and market Structure, Michigan University Press, Ann Arbor.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1995): "Schupeterian Patterns of Innovation", Cambridge Journal of Economics, nº 19.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1996): "Schupeterian patterns of innovation are technology-specific", Research Policy, vol. 25, nº 3.
- Malerba, F. ; Orsenigo, L. (1995): Schumpeterian Patterns of Innovation. Cambridge Journal of Economics, Vol. 19
- Marshall, A. (1919): Industry and Trade. London, McMillan
- Martínez Pellitero, M. (2002): Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas regionales de innovación en España, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Documento de trabajo, nº 34, Madrid. [Recuperable en: [www. ucm. es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif)]
- Martínez Pellitero, M. y Baumert, T. (2003): Medida de la capacidad innovadora de las Comunidades Autónomas españolas: construcción de un índice regional de la innovación, , Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Documento de trabajo, nº 35, Madrid. [Recuperable en: [www. ucm. es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif)]
- McCallum, J. (1995): "National Borders Matter: Canada-U. S. Regional Trades Patterns", American Economic Review, vol. 85, nº 3.
- Metcalfe, J. S. (1995): The Economic Foundation of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. En: Stoneman, 1995
- Metcalfe, S. (1997): Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework. En: Archibugi/Michie, 1997
- Meyer-Krahmer, F. (1989): Der Einfluss Staatlicher Technologiepolitik Auf Industrielle Innovationen. Nomos
- Meyer-Krahmer, F. (1991): Perspektieven Staatlicher Technologiepolitik. der Fraunhofer 1/1991
- Miles, M. A. et al. (2005): Índice de Libertad Económica, 2005, The Heritage Foundation y Dow Jones & Company, Washington.
- Minondo, A. (2003): "Comercio internacional y efecto frontera en el País Vasco", Revista de Economía Aplicada, nº 32.
- Minondo, A. (2006): "El efecto frontera", Boletín Económico de ICE, nº 2888, 11 al 24 de Septiembre.
- Molero, J. (1994): Desarrollos Actuales de la Teoría del Cambio Tecnológico: Tipologías y Modelos Organizativos. Información Comercial Española, No. 726
- Molero, J. (Coordinador; 2000): Competencia global y cambio tecnológico: Un desafío para la economía española.
- Molero, J. ; Marin, K. (1998): El Proceso de Innovación en las Empresas Españolas. Análisis de las Encuestas de Innovación. Cotec, Madrid
- Mowery, D. (1996): The Practice of Technology Policy. En: Stoneman (Ed. ), 1996
- Mowery, D. ; Rosenberg, N. (1989): New Developments in us Technology Policy: Implications for Competitiveness and International Trade Policy. Californian Management Review, 32
- Müller et al (1995): Methodology in Design, Construction, and Operation of Regional Technology Frameworks. Karlsruhe: Fraunhofer-ISI,
- Muller, E. ; Gundrum, U. ; Koschatzky, K. (1994): Horizontal Review of Regional Innovation Capabilities -Final Report-. ISI-Fraunhofer
- Munroe, T. (2008) Silicon Valley: La Ecología de la Innovación, 2008. PhD thesis p. 137
- Murmann, P. (2002): The Complex Role of Patents in Creating Technological Competencies: A Cross-National Study of Intellectual Property Right Strategies in the Synthetic, Papers on Economics and Evolution, 2002-11, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.
- Myro, R. (1990): Las Ayudas Públicas a la Industria en España en el Horizonte de 1992. Información Comercial Española, No. 683
- Mytelka L. K. , K. Smith (2001): Innovation Theory and Innovation Policy Bridging the Gap, DRUID Conference, Aalborg, June 12-15 2001,
- National Governors Association (2000): State Strategies for the new Economy Index, [http://www. neweconomyindex. org](http://www.neweconomyindex.org)

- Navarro, M. (2001a): Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura. Documento de Trabajo nº 26. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Navarro, M. (2001b): El análisis y la política de clusters. Documento de Trabajo nº 27. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>
- Navarro, M. (2002): “La cooperación para la innovación en la empresa española desde una perspectiva internacional comparada”, *Economía Industrial*, nº 346.
- Navarro, M. (2002a): “El marco conceptual de los Sistemas de Innovación Nacionales y Regionales”. *Revista Madri+d*, Monografía nº 4, Septiembre. [Recuperable en: [www.madrimasd.org/revista](http://www.madrimasd.org/revista)]
- Navarro, M. y Zubiaurre, A (2003): Los Centros Tecnológicos y el sistema regional de la innovación. El caso del País Vasco. Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense, Documento de Trabajo, nº 38, Madrid. [Recuperable en: [www.ucm.es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif)]
- Navas, J. E. y Nieto, M. (Eds.) (2003): Estrategias de innovación y creación de conocimiento tecnológico en las empresas industriales españolas. Thomson–Civitas, Madrid.
- Nelson, R. R. (1959): “The Simple economics of basic scientific research”. *Journal of Political Economy*, junio. Traducción española en Rosenberg (1979).
- Nelson, R. (1959): The Simple Economics of Basic Cientific Research. *Journal of Polítical Economy*, 67
- Nelson, R. (1984): High-Technology Policies, a Five Nation Comparison.
- Nelson, R. (1986): R&D Innovation and Public Policy: Institutions Supporting Technical Advance in Industry. *American Economic Review*, Papers and Proceedings Vol. 76 (2)
- Nelson, R. (1993): National Systems of Innovation.
- Nelson, R. R. Y S. G. Winter (1977). In search of useful theory of innovation, *Research Policy* 6, 36-76.
- Nelson, R. y Rosenberg, N. (1993): Technical Innovation and National Systems. En: NELSON, R. (ed.) (1993).
- Nelson, R. ; Winter, S. (1982): An Evolutionary Theory of Economic Change.
- Nelson, R. R. (1987): Understanding Technical Change as an Evolutionary Process. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Nelson, R. R. (1992): What has been the Matter with Neoclassical Growth Theory?, paper prepared for the MERIT conference on Convergence and Divergence in Economic Growth and Technical Change, Maastricht, December.
- Nelson, R. R. (Ed.) (1993): National Sitems of Innovation: A Comparative study. Oxford University Press, Oxford.
- Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1982): An evolutionary theory of economic change. Belknap Press/Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1982): An evolutionary theory of economic change. Belknap Press/Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- Nelson, R. R. y Winter, S. (1982). An evolutionary theory of economic change. Harvard University Press, Cambridge.
- OCDE (1988): Programa Tecno Económico (TEP)
- OCDE (1992): Technology and Economy: The Key Relationships. OCDE
- OECD (1993): Proposed Standard Practice for Surveys of Research and experimental Development. Frascati Manual. París.
- OCDE (1994a): The Measurement of Scientific and Technological Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators (Patent Manual), Paris.
- OCDE (1994b): Accessing and Expanding the Science and Technology Base; Paris.
- OECD (1994c): Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T. Canberra Manual, París.
- OCDE (1994c): National Systems of Innovation: general conceptual framework; Paris.
- OCDE (1995): Classification des secteurs et produits de haute technologie, Documento DSTI/EAS/IND/STPP(95)1.
- OCDE (1997): National Innovation Systems; Paris.
- OCDE (1997): Révision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie, Documento OCDE/GD(97)216.
- OECD (1997): OECD proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data. The Oslo Manual. París.
- OCDE (1998): La recherche universitaire en transition. París.
- OECD (1999): Managing National Innovation Systems. OECD, París.
- OCDE (1999a): Managing National Innovation Systems; Paris
- OCDE (2001): Perspectives de la science, de la technologie et de l’industrie. Les moteurs de la

- croissance: technologies de l'information, innovation et entreprenariat, París.
- OCDE (2003): Science, technologie et industrie. Tableau de bord de l'OCDE, París.
- OCDE (2005) Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation. Manuel d'Oslo. 3ª Edición, París.
- Olson, M. (1965): The logic of collective action, Harvard University Press, Cambridge (Mass). Traducción española con el título La lógica de la acción colectiva, Limusa, México.
- Olson, M. (1986): Auge y decadencia de las naciones, Ariel, Barcelona.
- Olson, M. (2001): Poder y prosperidad. La superación de las dictaduras comunistas y capitalistas, Siglo XXI, Madrid.
- Ondátegui, J. C. (2000): "Parques científico-tecnológicos en España: las fronteras del futuro". Incluido en J. L. Alonso y R. Méndez (Eds.): Innovación, pequeña empresa y desarrollo local en España. Civitas, Madrid.
- PATEL, P. (1995): The Localised Production of Global Technology, Cambridge
- PATEL, P. (1996): Are large firms internationalising the generation of technology? some new evidence IEEE Transactions on Engineering Management, 43
- Patel, P. y Pavitt, K. (1994): National Innovation Systems: why they are important and how they might be measured and compared, Economics of Innovation and New Technology, vol. 3-1, pp. 77-95.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1994): The nature and economic importance of national innovation systems. Science, Technology Industry Review.
- Patel, P. ; Pavitt, K. (1991): Large Firms in the Production of the World's Technology: an important Case of Non-Globalisation. Journal of International Business Studies, First Quarter, P. 1-21
- Pavitt, K. (1984): Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. Research Policy, Vol. Elsevier Science Publishers B. V.
- Pavitt, K. (1984a): "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and theory", Research Policy, nº 13.
- Pavitt, K. (1984b): "Patrones de cambio técnico. Evidencia, teoría e implicaciones políticas", Boletín de Estudios Económicos, vol. XXXIX, nº 121, Abril.
- Pavitt, K. (1991): "¿Dónde reside la utilidad económica de la investigación básica? Arbor, nº 546, Junio.
- Pavitt, K. (1991): What Makes Basic Research Economically Useful. Research Policy, Vol. 20
- Pavitt, K. y Patel, P. (1995): Patterns of Technological Activity: Their measurement and interpretation. Chapter 2 in Stoneman P. ; Handbook of the economics of innovation and technical change. Basil Blackwell.
- Pavón, J., e Hidalgo, A. (1997). Gestión e innovación: un enfoque estratégico. Ediciones Pirámide, Madrid.
- Pavón, J., y Goodman, R. (1981). Proyecto MODELTEC. La planificación del desarrollo tecnológico. CDTI-CSIC, Madrid.
- Perrin J. C. (1986), Les PME de haute technologie à Valbonne Sophia-Antipolis. Contribution à une analyse inter-territoriale de la relation entreprise/environnement, in RERU, numéro spécial, nº5, pp. 629-643.
- Perrin, J. C. (1988): A Desconcentrated Technology Policy, Lessons from the Sophia Antipolis Experience. Environment and Planning C, Government and Policy, Vol. 6, Num. 4 Pp. 414-426
- Perrin, B. (1995). Evaluation and future directions for the Job Accommodation Network (JAN) in Canada. Final Report. Employment Policies and Operations, HRDC.
- Perroux, (1955): Note sur la notion de pôle de croissance; Économie Appliquée, 7
- Phelps, E. S. (2003): Economic Underperformance in Continental Europe: A Prospering Economy runs on the Dynamism from its Economic Institutions, Royal Institute for International Affairs – Chatham House, Londres.
- Polanyi, M. (1958/1962), Personal Knowledge, Routledge, London
- Porter, M. (1988): Las competencias en las industrias globales. Información Comercial Española, num. 658, junio.
- Porter, M. (1990): The Comparative Advantage of Nations. Free Press and Macmillan
- Porter, M. E. (2000): Estrategia Competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. México.
- Porter, M. ; Furman, J. , Stern, S. (2001): Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina
- Porter, M. E. (1991): La ventaja competitiva de las naciones. Plaza & Janés Editores, Barcelona.
- Porter, M. E. y Stern, S. (1999): Measuring the «ideas» production function: evidence from the international patent output, NBER Working Paper, nº 7891.
- Porter, M. E. , Furman, J. L. y Stern, S. (2000): "Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina". Incluido en ICEX (2000): Claves de la

- economía mundial. Madrid.
- Pyke, F. ; Becattini, G. ; Sengenberger, W. (Eds. ). (1992): *Industrial Districts and Interfirm co-operation in Italy*.
- R. R. Nelson, 2004. *Evolutionary theories of cultural change: An empirical perspective*, Papers on Economics and evolutions 2004-22, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.
- Radošević, S. (2004): *A Two-Tier or Multi-Tier Europe? Assessing the Innovation Capacities of Central and East European Countries in the Enlarged EU*; *Journal of Common Market Studies*, vol. 42 (3), pp. 641-666.
- Roberts R. M. (1992): *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid.
- Romer, P. (1986): *Increasing Returns and Long-Run Growth*. *Journal of Political Economy*, 94 (5)
- Romer, P. (1990): *Endogenous Technological Change*. *Journal of Political Economy*, 98 (5-Part II)
- Romer, P. M. (2000): *Should the Government Subsidize or Demand in the Market for Scientists and Engineers*, NBER Working Papers 7723, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Romera, F. , Font, A. y Ondátegui, J. C. (2000): *Los parques científicos y tecnológicos. Los parques en España*. Fundación Cotec, Madrid.
- Romero, M. , Cruz, L. y Sanz, L. (2003): “Estabilidad y cambio en las políticas andaluzas de ciencia, tecnología e innovación”, *Revista Internacional de Sociología*, Tercera Época, nº 35, Mayo–Agosto.
- Rosenberg, N. (1979): *Tecnología y economía*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the black box; Technology and economics*. Cambridge, Cambridge University Press
- Rosenberg, N. (1993): *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*. Barcelona
- Rosenberg, N. (ed) (1979): *Economía del cambio tecnológico*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Rosenbloom, R. ; Cusumano, M. (1997): *Technological pioneering and competitive advantage: the birth of the VCR industry*. *California Management Review*, 29(4).
- Rosenbloom, R. ; Cusumano, M. (1987): *Technological pioneering and competitive advantage: the birth of the VCR industry*. *California Management Review*, 29(4).
- Rothwell, R. (1983): *Evaluating the Effectiveness of Government Innovation Policies*.
- Rothwell, R. ; Dodgson, M. (1994): *Innovation and Size of Firm*.
- Sahal, D. (1981). *Patterns of Technological Innovation* (Addison Wesley, Reading, MA).
- Sanz, L. (1997): *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939–1997*, Alianza Editorial, Madrid.
- Saxenian, A. (1994): *Regional advantage; culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge (MA). Harvard University Press
- Scarpetta, S. , Hemmings, P. , Tresselt, T. y Woo, J. (2002): *The Role of Policy and Institutions for Productivity and Firm Dynamics: Evidence from Micro and Industry Data*, OCDE, Working Papers, nº 329, París.
- Schumpeter, J. (1911), “*Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*”, Duncker & Humblot, Munich and Leipzig.
- Schumpeter, J. (1934): *The Theory of Economic Development*.
- Schumpeter, J. A. (1911): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Duncker–Humboldt, Leipzig. Se cita de la traducción española: *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- Schumpeter, J. A. (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York and London: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper & Brothers, Nueva York. Se cita de la traducción española: *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Folio, Barcelona, 1984.
- Schumpeter, J. A. (1950): *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York, Harper & Row, 1950
- Simón, B. (1997): *Las subvenciones a la industria en España. Una aplicación de la teoría de los grupos de presión*, Consejo Económico y Social, Madrid.
- Smith, A. (1937), “*An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, 1776*”, Random House, New York.
- Smith, K. (2005): “*Measuring Innovation*”, capítulo 6 en Fagerberg J. ; Mowery, D. y Nelson R. (Eds) *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press
- Solow, R. M. (1956): *A contribution to the theory of Growth*. *Quarterly Journal of Economics*, núm 70.
- Stern, S. ; Furman, J. , Porter, M. S. (2000): *The determinants of national innovative capacity*. National Bureau of Economic Research. Working Paper 7876
- Sternberg, R. (1995): *Technologiepolitik und High-Tech Regionen -Ein Internationaler Vergleich-*. Lit

- Stiglitz, J. (1991): *The Invisible Hand and Modern Welfare Economies*. En: D Vines and a Stevenson (Eds. ) ; *Information Strategy and Public Policy*, Blackwell Publishers
- Stoneman, P. (1987): *The Economic Analysis of Thecnological Policy*. Oxford University Press
- Stoneman, P. (Ed. ) (1996): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell
- Störh, W. (1987): *Territorial Innovation Complexes*. Papers of the Regional Science Association, Vol. 59, Pp. 29-44
- Sylos labini, P. (1988): *Las fuerzas del desarrollo y del declive*, Oikos–Tau, Barcelona.
- Tether B. (2001): *Identifying Innovation, Innovators and Innovative Behaviours: A Critical Assessment of the Community Innovation Survey (CIS)*. CRIC Discussion Paper nº 48, CRIC, University of Manchester, Diciembre.
- Tether, B. y Miles I. (2001): “Surveying innovation in services – Measurement and policy interpretation issues”, incluido en Thurieaux B. ; Arnold, E. y Couchot, C. (Eds. ) *Innovation and enterprise creation: statistics and indicators*. European Commission (EUR, 17038), Luxemburgo.
- Tidd, J. ; Bessant, J. ; Pavitt, K. (1997): *Managing innovation, Integrating technological, market and organisational change*. John Wiley & Sons, Chichester 1997
- Trajtenberg, M. (1990): “Patents as indicators of innovation”, en *Economic Analisis of Product Innovation*, Cambridge (Mass. ).
- Transparency International (2006): *Índice de Percepción de la Corrupción*, [www.transparecy.org](http://www.transparecy.org).
- Ulrich, K. T. y Eppinger, S. D. , (2004): *Product Design and Development*, by McGraw-Hill, 2004
- Verspagen, B. (2004). *Structural change and technology. A long view*. *Revue Économique*, 55-6, 1099-1125
- Villanueva, M. (1999): *Guía básica introductoria al Sistema Español de Ciencia, Tecnología, Empresa*. FEDIT, Madrid.
- Vonortas, N. , Caloghiorou, Y. , Ioabbides, S. (2003). *Research joint ventures: A critical survey of theoretical and empirical literature*, *Journal of Economic Surveys*, 17, 541.
- Von Hippel, E. (1988): *The sources of innovation*. Oxford University Press, Oxford
- Wei, S. (1996): “Intra–National versus International Trade: How Stubborn are Nations in Global Integration?”, NBER Working Paper 5531, National Bureau of Economic Research, Cambridge MA.
- Whitley, R. (2000): *Divergent Capitalism. The social structuring and change of business systems*; Oxford.
- World Bank (1991): *World Development Report 1991: The Challenge of Development*, World Bank
- Zegveld, W. (1987): *Technology and Change in Industrial Societies: Implications for Public Policies*. Technovation, Vol. 7, No. 5 Physica Verlag
- Zubiaurre, A. (2000): *La innovación en las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Tesis Doctoral. ESTE–Universidad de Deusto, San Sebastián.

## **CAPÍTULO 5. EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA: UN PANORAMA**

### **1. Introducción**

El sistema nacional de innovación (SNI) puede concebirse como el entramado de instituciones y empresas que, dentro de un país, orientan su actividad, total o parcialmente, al despliegue del conocimiento con la finalidad o bien de hacer progresar la ciencia o bien de incrementar el elenco de las tecnologías sobre las que se soportan las innovaciones que se encuentran en la base, como señaló tempranamente Schumpeter (1911, capítulo II; 1942, capítulo 7), del desarrollo económico (Heijs, Buesa y Baumert, 2007). En el SNI participan así las instituciones científicas —Universidades y Organismos Públicos de Investigación (OPI)—, que se ocupan preferentemente de la elaboración del conocimiento abstracto, y las empresas innovadoras, en las que se ubican sobre todo las tareas de investigación, diseño e ingeniería volcadas sobre el conocimiento concreto asociado a los problemas productivo. Y también pertenecen al él las instituciones públicas o privadas que ofertan servicios de intermediación entre las anteriores, facilitan los medios financieros que se requieren para el sostenimiento de los procesos de creación de conocimiento o ejercen un papel de ordenación del sistema.

Aunque sustentado sobre algunos elementos preexistentes surgidos en la economía autárquica del franquismo<sup>155</sup>, en España hubo que esperar al final de ese régimen para que se formara un genuino SNI. Como puse de relieve en Buesa (2003) la configuración de ese sistema se sustentó sobre el proceso de liberalización de la economía española que acompañó a la reestructuración productiva ulterior a la crisis de mediados de los años setenta, sobre la ampliación del capital humano disponible en el país y sobre los cambios institucionales que, ya en el decenio de 1980, afectaron a la organización de la investigación en las Universidades y los OPI, a la protección de la propiedad industrial y a la gestión y recursos de la política científica y tecnológica. Y así, a lo largo de dos décadas, los recursos destinados a financiar la I+D se multiplicaron por cuatro en términos reales y los efectivos de personal dedicado a la investigación lo hicieron por tres y medio; además, surgieron varios centenares de organismos y centros de investigación dependientes de las Administraciones Públicas, casi se duplicó el número de Universidades y se consolidó un tejido empresarial innovador que multiplicó por seis el número de las firmas pertenecientes a él. El SNI era, de este modo, aunque con ciertas debilidades, una realidad indiscutible en la España que se asomaba al siglo XXI.

Mi propósito en este artículo es entrar en el análisis de la evolución de ese sistema durante la primera década del siglo actual para comprobar cómo se ha configurado su dinámica de crecimiento y en qué medida se han resuelto o no los problemas estructurales que presentaba al comienzo de dicho período. Para ello, siguiendo una pauta metodológica ya consolidada en este tipo de estudios (Heijs, Buesa y Baumert, 2007), atenderé a los cuatro aspectos que se enuncian a continuación:

---

<sup>155</sup> Véase para un panorama general de la organización de la política científica y tecnológica en el período final del franquismo, Buesa y Molero (1988, pp. 194 a 207); un estudio específico de la política de transferencia de tecnología se contiene en Buesa y Molero (1989, capítulos 2 a 4); sobre la política científica versan los ensayos contenidos en Romero de Pablos y Santesmases (2008); el importante caso del Patronato Juan de la Cierva ha sido historiado por López García (1997, 1998 y 1999).

- El entorno económico y productivo que delimita el ámbito en el que pueden desarrollarse las actividades de creación y difusión del conocimiento, pues éstas aparecen constreñidas por la demanda —lo que obliga a aludir al tamaño y configuración del mercado—, la disponibilidad de recursos y la estructura productiva en la que acaban albergándose las innovaciones tecnológicas.
- La configuración de las actividades de investigación científica a partir de las cuales se conforma la frontera del conocimiento abstracto y se fundamentan tanto la constitución del capital humano como una buena parte de las posibilidades del desarrollo tecnológico asociado a la producción.
- El papel específico de las empresas innovadoras tanto en lo referente a la creación de las tecnologías como en lo relativo a la adopción y difusión de éstas.
- Y las políticas de ciencia y tecnología que tratan de corregir los fallos de mercado a los que, por su propia naturaleza (Nelson, 1959; Arrow, 1962; Heijs, 2001, capítulo I), están sujetas las actividades de creación de conocimientos.

## **2. El entorno económico – productivo de las actividades de innovación**

Siguiendo la pauta analítica marcada por el enfoque evolucionista de la economía de la innovación (Buesa, 2009), en el análisis del SNI ha de aludirse a las características del entorno que configuran el marco en el que los actores implicados en la creación de conocimientos, principalmente las empresas, asignan recursos a tal finalidad. Ello es así porque, en lo esencial, esos conocimientos residen dentro de las organizaciones que los generan y utilizan, y se difunden a través de los procesos de aprendizaje que se articulan por medio de las actividades de I+D, diseño, ingeniería y producción (Nelson y Winter, 1982; Dosi, 1988). Las principales variables de ese entorno son, a los efectos que aquí interesan (Porter, 1991), las que se refieren a las condiciones de la demanda, la estructura productiva, la rivalidad competitiva y los recursos humanos e institucionales disponibles.

Por lo que concierne a la demanda, el primer aspecto a considerar es el del tamaño del mercado. Éste es, por el volumen absoluto del PIB, el quinto entre los mercados nacionales europeos, lo que no obsta para que su dimensión sólo alcance el 41 por 100 de la de Alemania, el 53 por 100 de la de Francia, el 61 por 100 de la del Reino Unido o el 67 por 100 de la de Italia, según revelan las Cuentas Nacionales de Eurostat. Sin embargo, debe añadirse inmediatamente que la capacidad adquisitiva de los españoles es bastante más limitada que la de los residentes en los países que se acaban de mencionar. Medida en paridades de poder adquisitivo y comparada con el promedio de los 27 miembros de la Unión Europea, se comprueba que, durante la década que aquí se estudia, el PIB por habitante se aproximó rápidamente a ese promedio, alcanzándolo en 2002 y superándolo en los años siguientes, de modo que en 2006 y 2007 lo sobrepasaba en un cinco por ciento. Pero la crisis del final del decenio truncó esa trayectoria y en sólo cuatro años el indicador volvió a caer hasta quedar por debajo de la referencia y situarse, en 2011, en el mismo nivel que diez años antes —el 98 por 100 del agregado europeo—. Y si la comparación se hace con respecto a la media de la Zona Euro, se observa una trayectoria similar, aunque en este caso el nivel de España se ha mantenido

siempre por debajo de ella: el 84 por 100 en 2000, el 95 por 100 en 2007 y el 91 por 100 en 2011<sup>156</sup>.

Por tanto, aunque el mercado español sea uno de los más grandes de Europa, parece claro que el nivel de sofisticación de la demanda —que queda reflejado en el PIB *per capita*— no es tan elevado como el de los países más avanzados de la UE, lo que constituye una limitación estructural del sistema de innovación que, en los años más recientes, con la crisis, se ha visto reforzada. Y a ella se añade, en el mismo sentido, la que se deriva de la trayectoria de la distribución personal de la renta, pues al haber disminuido el nivel de equidad entre 2004 y 2011, se ha empequeñecido la capacidad de demanda de una parte importante de la población y, con ello, el tamaño del mercado<sup>157</sup>.

La estructura productiva es, por otra parte, un elemento esencial del entorno de la innovación, pues de su composición dependen los límites en los que se desenvuelven los procesos de adopción y difusión de las tecnologías. España se ha caracterizado tradicionalmente, a este respecto, por mostrar una participación relativa de los sectores de alta tecnología, dentro de su estructura productiva, baja y claramente inferior a la de los países europeos avanzados (Buesa y Molero, 1998, p. 43; Buesa, 2003, p. 241). No obstante, esa participación fue creciendo, aunque de manera muy parsimoniosa, durante los tres últimos decenios del siglo veinte, acompañando así a la ampliación del núcleo de empresas innovadoras del país. Pero en la primera década del siglo veintiuno parece que ese proceso se ha estancado e incluso, con la crisis actual, ha revertido.

En efecto, según se muestra en el gráfico 1, las industrias de alta tecnología, aunque han incrementado un par de puntos porcentuales su participación en el empleo sectorial, no han logrado hacer lo mismo con el valor añadido, de manera que el porcentaje correspondiente bajó de un poco más del 28 a alrededor del 26 por 100 entre el comienzo del decenio y 2007, precipitándose después de esta fecha en una caída acelerada durante el bienio siguiente hasta quedar en el 21,1 por ciento. Esta dispar trayectoria del empleo y el valor añadido en el segmento industrial de alta tecnología sugiere la existencia de importantes pérdidas de productividad dentro de él, pues sólo con una excepción, en todas las ramas que lo forman se ha reducido el valor añadido en términos reales entre 2000 y 2010<sup>158</sup>.

En cuanto a los servicios de alta tecnología, el mismo gráfico refleja una notoria estabilidad de su participación en el empleo sectorial —entre el 3,5 y el 4 por ciento a lo largo del decenio— y también en el valor añadido, aunque en este caso, tras una ganancia inicial de casi un punto porcentual al comienzo del período, se ha producido

<sup>156</sup> La serie completa de datos se puede consultar en <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupModifyTableLayout.do>.

<sup>157</sup> De acuerdo con los resultados de la *Encuesta de Condiciones de Vida* elaborada por el INE, el índice de Gini referido a la distribución personal de la renta aumentó de 30,7 al 34,0 por 100 entre 2004 y 2011. A su vez, en igual período, el riesgo de pobreza o exclusión social de incrementó desde el 24,4 hasta el 27,0 por 100 de la población. Véase,

<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft25%2Fp453&file=inebase&L=0>.

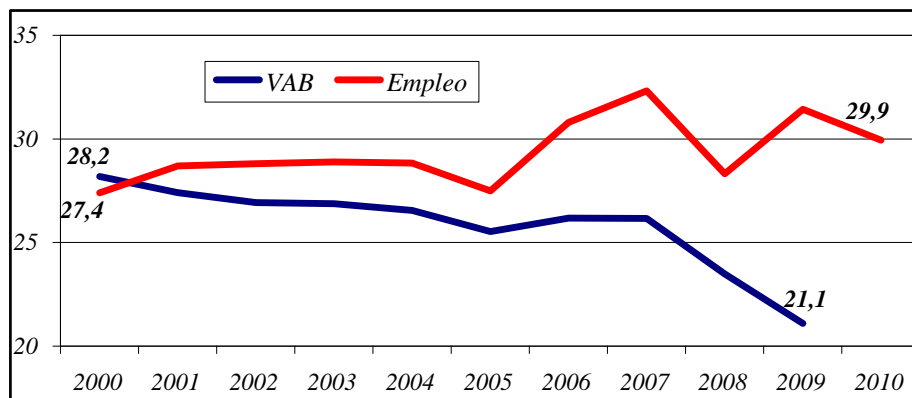
<sup>158</sup> De acuerdo con los índices de volumen reflejados en la *Contabilidad Nacional de España* el VAB ha experimentado, en el conjunto de la primera década del siglo, una caída real del 7,5% en la Industria Química, del 16,4% en la de Equipos Informáticos, Electrónica y Óptica, del 19,5% en la de Equipos Eléctricos, del 5,8% en la de Maquinaria Mecánica y del 16,8% en la de Material de Transporte. En general, la trayectoria seguida por esos sectores ha sido la de una pérdida más bien moderada entre 2000 y 2007, seguida de una brusca caída entre 2008 y 2010. Sólo la Industria Farmacéutica ha escapado a esta pauta común del segmento de alta tecnología, pues su VAB aumentó en un 32,7% entre 2000 y 2010. Véase <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft35%2Fp008&file=inebase&L=0> en la web del INE.



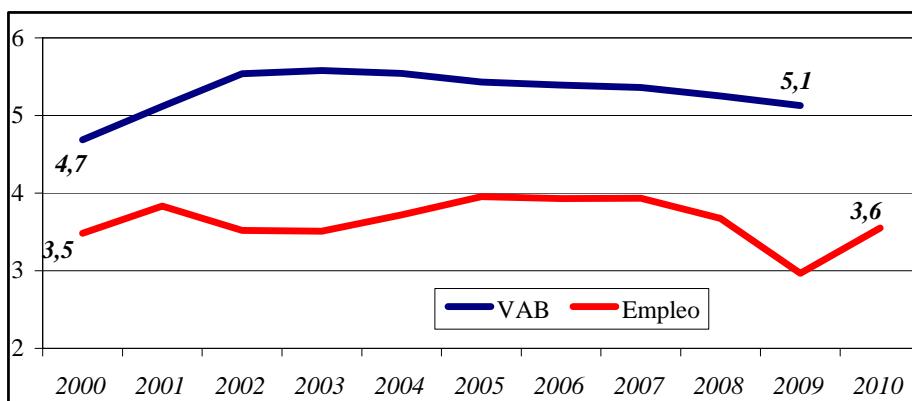
un descenso paulatino hasta 2009, acumulándose una pérdida equivalente a la mitad de la cifra anterior. Señalemos, finalmente, que de acuerdo con Eurostat el indicador agregado del empleo en las ramas de alta tecnología ha alcanzado en España unos valores más bien bajos que, con respecto al conjunto de los 27 países de la UE, han oscilado entre un mínimo del 65 por 100 —en el año 2000— y un máximo del 76 por 100 —en 2007— del nivel europeo<sup>159</sup>.

Gráfico 1. Valor añadido y empleo en los sectores de alta tecnología

*Industrias de alta y media-alta tecnología (% del Sector Industrial)*



*Servicios de alta tecnología (% del Sector de Servicios)*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

En las circunstancias que se acaban de describir, no sorprende que, como se verá más adelante, el segmento de empresas innovadoras sea en España más bien reducido por comparación con los países avanzados de Europa, pues es en las ramas de alta tecnología donde esas empresas encuentran mayores oportunidades para su desarrollo. Y tampoco extraña que, en el último quinquenio, se haya producido una importante reducción en el número de dichas empresas. Por ello, la insuficiencia del desarrollo del sistema productivo en los segmentos de mayor cualificación tecnológica es, seguramente, el mayor lastre que encuentra el SNI para lograr un despliegue comparable al de las naciones de nuestro entorno.

<sup>159</sup> Véase, para los datos concretos: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science\\_technology\\_innovation/data/database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/data/database).

Entremos ahora en la cuestión de la rivalidad competitiva, un aspecto éste que ha sido destacado por Porter (1991) como favorecedor de la carrera de las empresas por la innovación, se concrete ésta en la oferta de nuevos productos y servicios, o en la reducción de costes y la mejora de la eficiencia. Dicha rivalidad está determinada en buena medida por las instituciones reguladoras de los mercados y por la política de defensa de la competencia. A este respecto se puede señalar que, de acuerdo con la medición de la libertad económica que realiza *The Heritage Foundation*, el índice correspondiente a España tuvo una progresión muy clara a raíz del proceso de desregulación y liberalización que se desplegó entre 1995 y 2004, estancándose su valor con posterioridad a esta fecha. La libertad económica en España —que similar a la de los otros países de la UE, pues se comparte con ellos una buena parte de las regulaciones de los mercados— ha mantenido en los años recientes un nivel intermedio situado aproximadamente un quinto por debajo del de los países más liberalizados del mundo<sup>160</sup>.

Sin embargo, a lo anterior debe añadirse, como elemento negativo, el creciente proceso de fragmentación del mercado interno español derivado de un muy desigual tratamiento regulador de numerosos ámbitos económicos<sup>161</sup>, así como de unas también diferentes políticas de gasto público, una vez completadas las transferencias competenciales a las Comunidades Autónomas (Cabrillo, Biazzi y Albert, 2011). Una fragmentación que conduce a la aparición de problemas de amplitud creciente en el tiempo en cuanto a la competencia entre empresas de distintas regiones (Buesa, 2010, capítulo 2)1.

Finalmente, con respecto a los recursos humanos e institucionales sobre los que se asientan las actividades de generación de conocimientos, puede señalarse que el impulso que experimentaron éstos en el curso de los dos decenios que median entre 1980 y 2000 se debilitó con posterioridad a esta última fecha. Así, por lo que concierne a los primeros, en la primera década del siglo XXI se ha asistido a un claro retroceso del nivel educativo de los jóvenes<sup>162</sup> —derivado de la negativa influencia del fracaso escolar—, sólo parcialmente compensado por el aumento de ese mismo nivel en el segmento de la población adulta<sup>163</sup>. Y si se hace referencia a la población con mayor cualificación, dando cuenta de los recursos humanos en ciencia y tecnología<sup>164</sup>, se

<sup>160</sup> Véase, para el detalle de la información, <http://www.heritage.org/index/ranking>.

<sup>161</sup> Es el caso de, al menos, los siguientes: Comercio minorista, Inspección técnica de vehículos, Transporte por carretera, Bebidas alcohólicas, Publicidad y etiquetado de productos, Despidos colectivos, Inmigración, Políticas activas de empleo, Exhibición cinematográfica, Emisión de billetes de transporte aéreo, Servicios públicos sanitarios, Energías renovables, Fiscalidad de sucesiones y sobre entidades de crédito, Telefonía móvil, Líneas de transporte de energía eléctrica, Almacenaje de residuos radioactivos, Cuencas hidrográficas, Parques naturales, Caza y pesca, Educación primaria y secundaria, Universidades, Administración del sistema judicial, Protección medioambiental, Vivienda protegida, Juego, Arrendamientos urbanos, Medios de comunicación, Licitación de obras públicas y Programas de subvenciones a actividades económicas. He tratado este tema en Buesa (2010, capítulo 2).

<sup>162</sup> De acuerdo con Eurostat [<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/data/database>] el porcentaje de la población de 20 a 24 años con al menos educación secundaria superior bajó del 66 al 60% entre 2000 y 2008, aumentando después hasta el 61,2% en 2010. En esta última fecha, el promedio de la UE se situaba en el 79%.

<sup>163</sup> Siguiendo la fuente mencionada en la nota anterior, la población de entre 25 y 64 años con al menos educación secundaria superior pasó del 38,6 al 52,6% entre 2000 y 2010 gracias a que el relevo generacional retiró de ese segmento poblacional a una buena parte de las personas con menor formación. En 2010, el promedio europeo estaba en el 72,7%, veinte puntos por encima de la cifra española.

<sup>164</sup> Este concepto hace referencia a las personas con formación de tercer grado (universitaria) o que ejercen una profesión científica o técnica. Véase OECD (1994) y, para la construcción de indicadores a partir de las fuentes disponibles, Buesa, Navarro y Heijs (2007), pp. 102-104.

aprecia que su progresión sólo llegó hasta 2006, estabilizándose después la importancia relativa de este segmento<sup>165</sup>.

En cuanto a los recursos institucionales que favorecen la innovación, referidas a las universidades y centros públicos de investigación, los programas de incentivos a la I+D+i, la protección de la propiedad industrial o la gestión de la política científica y tecnológica, debe señalarse que las principales reformas a este respecto se realizaron en las décadas de 1980 y 1990 (Buesa, 2003, p. 242), añadiéndose muy pocos elementos en la que nos ocupa en este artículo. Entre estos últimos pueden señalarse la promoción de los parques científicos, la aprobación de una nueva ley de universidades en 2001 —con pocas novedades en cuanto a la organización de la investigación— y otra de la ciencia en 2011, así como la ley de la propiedad intelectual de 2006 —cuya incidencia en el SNI es claramente marginal—.

En resumen, los cambios del entorno que han tenido lugar en la última década no han sido, por lo general, fortalecedores del SNI. El mercado ha crecido, pero la estructura productiva no se ha orientado suficientemente hacia las ramas donde las oportunidades tecnológicas son mayores. Además, aunque la disponibilidad de recursos humanos en ciencia y tecnología se ha alineado con el promedio europeo, en el segmento de menor formación ha habido un retroceso debido a los altos niveles de fracaso escolar entre los jóvenes. Y, por otra parte, el impulso liberalizador de la economía se ha frenado, sin que tampoco se hayan añadido cambios importantes en cuanto al entramado institucional directamente relacionado con las actividades de creación de conocimiento.

### **3. Los recursos destinados a las actividades de generación de conocimientos: una consideración global**

Efectuadas las consideraciones precedentes acerca de los factores de entorno que inciden sobre la configuración del SNI, se entra ahora en el análisis de éste comenzando por una descripción global de los recursos que se destinan en España a las actividades de creación de conocimiento y, más específicamente, a las que se engloban bajo el epígrafe de la I+D. Recuérdese que en él se alude a la investigación formal, sea de carácter científico o tecnológico, que realizan los agentes del SNI en laboratorios o centros organizados al efecto, sin que se tengan en cuenta otras actividades que, en el ámbito de las empresas, contribuyen a la formación del elenco de tecnologías que se emplean en la producción de bienes y servicios, como son la ingeniería, el diseño, la adquisición de bienes de equipo o las tareas de asistencia técnica. A estas últimas se hará referencia más adelante cuando se trate de la actividad de las empresas innovadoras.

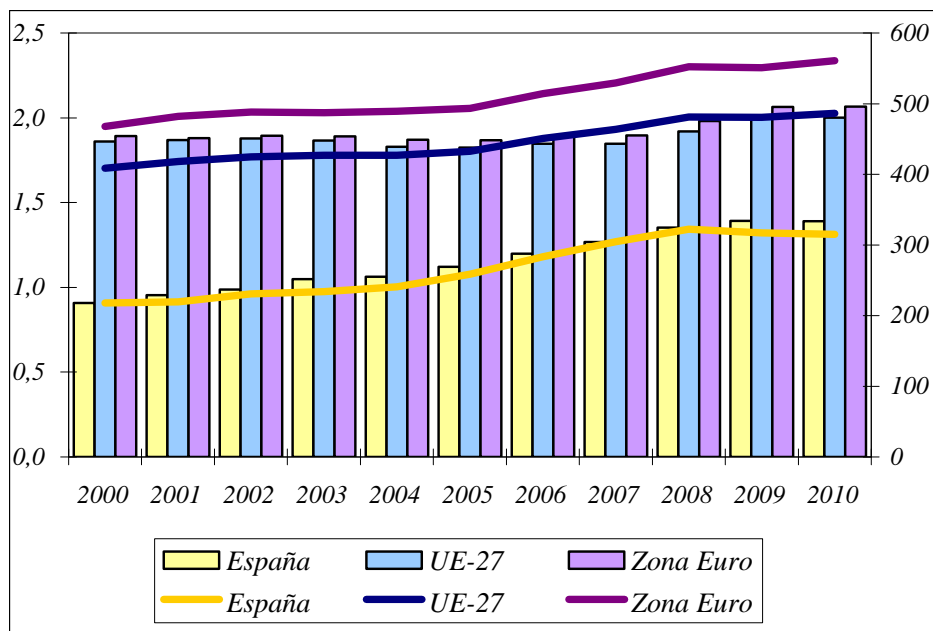
El gasto en I+D, que, expresado en euros constantes de 2008, pasó de 8. 774,8 millones en 2000 a 14. 516,4 millones en 2010, creció en España, en ese período, a una tasa del 5,2 por ciento anual acumulativo. Un crecimiento éste muy acelerado, superior al del PIB y más amplio que el que se registró en los países europeos —2,1 por 100 en el agregado de los 27 países de la UE y 2,4 por 100 en la Zona Euro—. Ello propició un claro movimiento de convergencia de España con Europa, tal como se aprecia en el gráfico 2. No obstante, debe añadirse que el horizonte de esa convergencia, en términos del gasto por habitante, está aún lejano, pues de mantenerse la dinámica descrita

---

<sup>165</sup> De acuerdo con Eurostat, el porcentaje de la población de entre 25 y 64 años con educación terciaria superior o empleo equivalente pasó del 26,1 al 33,5% entre 2000 y 2006. Después se estabilizó en torno al 34% hasta 2010. Este último porcentaje está muy próximo al promedio europeo del 34,2% en 2010.

quedarían todavía veintidós años para completarse con respecto a la UE-27, y treinta con relación a la Zona Euro.

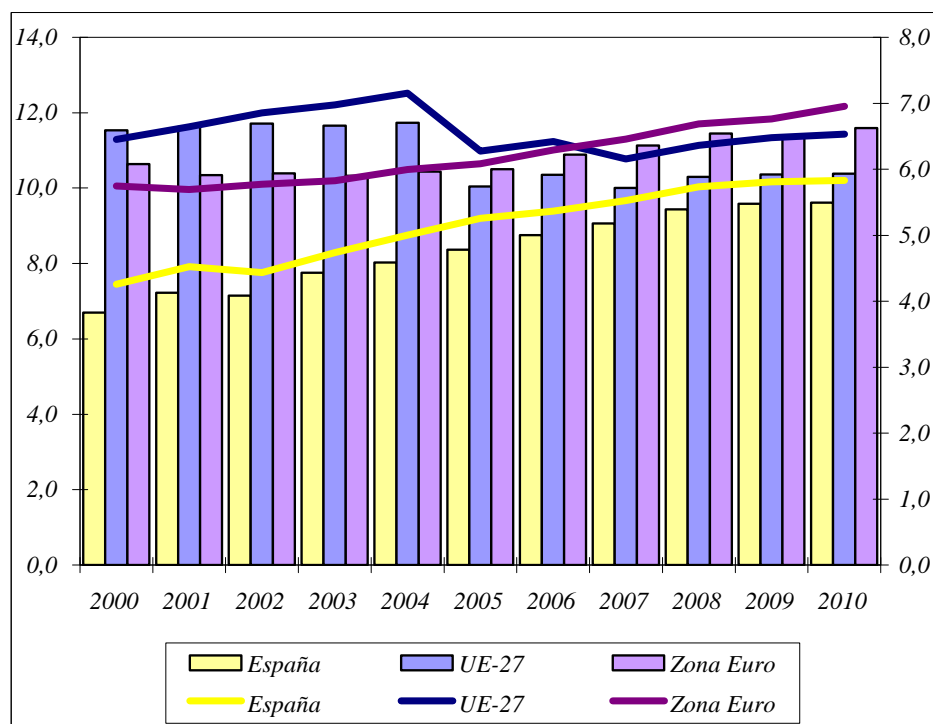
*Gráfico 2. Gasto en I+D en España y la Unión Europea*  
*Procentajes sobre el PIB y Euros por habitante a precios de 2008*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

Nota: Líneas (eje derecho): €por habitante. Columnas (eje izquierdo): % del PIB.

*Gráfico 3. Personal\* en I+D en España y la Unión Europea*  
*En tanto por mil sobre la Población Activa*

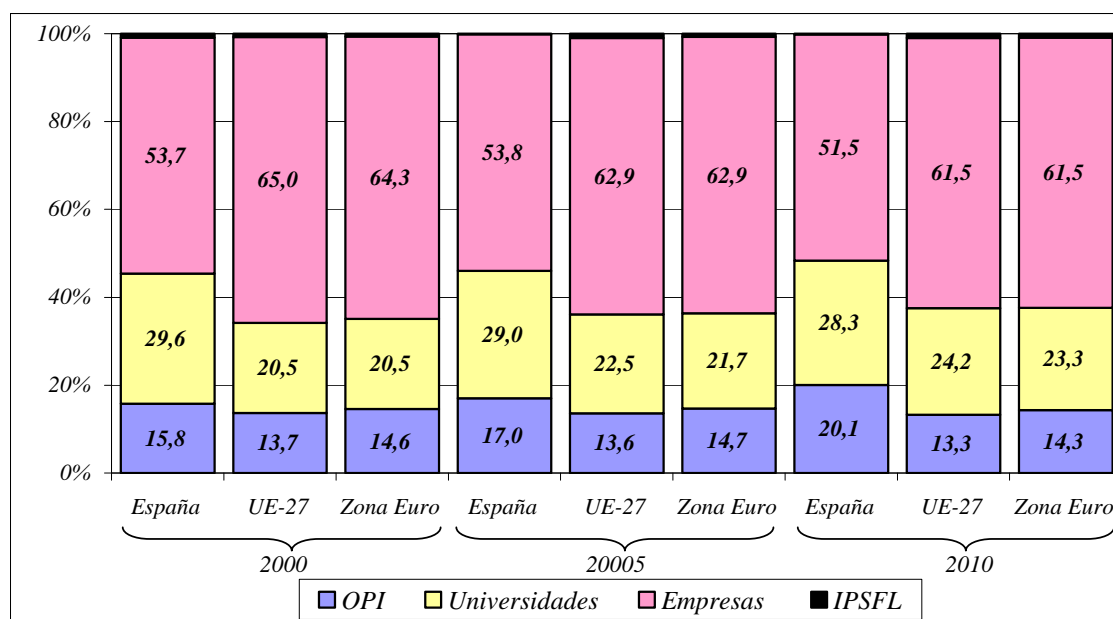


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

Nota: Líneas (eje derecho): Investigadores. Columnas (eje izquierdo): Personal total.

\* En equivalencia a jornada completa

Gráfico 4. Distribución sectorial del gasto en I+D (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

En todo caso, las diferencias actuales que muestran los indicadores son notables. El gasto en I+D alcanzó en 2010 el 1,39 por ciento del PIB cuando el promedio europeo era del dos por ciento y el de la Zona Euro del 2,07. Y, en términos del gasto por habitante, los 315,1 euros —siempre a precios de 2008— de España contrastan con los 486,5 y 561,0 de esas áreas de referencia, respectivamente.

Sin embargo, cuando se tienen en cuenta los recursos humanos empleados en las actividades de investigación científica y tecnológica, se observa una aproximación mayor de España hacia Europa. En el gráfico 3 se muestra así que, por lo que concierne al conjunto de los trabajadores ocupados en I+D, las cifras españolas progresaron desde un nivel del 6,7 por mil de la población activa en el primer año del período a otro del 9,6 por mil en 2010. En términos absolutos, los ocupados correspondientes pasaron de 120.618 a 222.022 personas a lo largo del período, con un crecimiento acumulativo anual del 6,3 por ciento, muy superior tanto al de la UE-27 (2,2 por 100) como al de la Zona Euro (2,5 por 100). Como resultado de todo ello, el indicador anterior reflejó al final de la primera década del siglo una diferencia de tan sólo ocho décimas con relación al agregado global europeo —donde los ocupados en I+D eran el 10,4 por mil de la población activa— y a dos puntos con respecto a la Zona del Euro —donde esa ratio era del 11,6 por mil—.

Una consideración similar merece el indicador construido a partir de las cifras de investigadores. Éstas aumentaron en un 5,8 por ciento anual acumulativo en España, al pasarse de 76.670 en 2000 a 134.653 en 2010. De nuevo el crecimiento fue superior al de la UE-27 (3,4 por 100) y al de la Zona Euro (3,6 por 100), con lo que la ratio que pone en relación esas cifras con la población activa —que pasó del 4,3 al 5,8 por mil— se aproximó, al final del período, a la del agregado europeo (6,5 por 1000) y al de la Zona Euro (7,0 por 1000).

Un aspecto relevante de las diferencias que aún separan al SNI de España con respecto al modelo que dibujan los indicadores promedio de la UE, es el que se refiere a la estructura del sistema tal como acaba reflejada en la distribución del gasto en I+D entre los distintos tipos de agentes que participan en él. Como se observa en el gráfico 4, lo más notorio a este respecto alude al papel de las empresas innovadoras que, en España, se mantuvo relativamente estable en torno al 54 por 100 durante la primera mitad del decenio para incrementarse después en casi dos puntos porcentuales hasta 2007, año a partir del cual la crisis incidió muy negativamente sobre ella, de modo que en 2010 había retrocedido al 51,5 por ciento. Esa participación de las empresas en el SNI es, de forma permanente, diez puntos más elevada en el marco europeo, bien se mida agregadamente, bien se refiera a la Zona Euro, donde la crisis se ha reflejado también en un descenso apreciable. Puede decirse, por consiguiente, que éste es el aspecto que más distingue a España dentro del marco europeo, señalando así el elemento más débil de su sistema de innovación. Esta singularidad —y los indicadores de la actividad innovadora que se asocian con ella— es la que conduce a que, cuando se compara en detalle y de manera desagregada con el de los países europeos, el sistema español de innovación aparezca en una posición más bien retardada y que sea calificado como propio de un país «innovador moderado» (véase el Recuadro 1).

Lógicamente, la contrapartida de la debilidad comparada del segmento empresarial es la aparente fortaleza de las instituciones que se ocupan de la investigación científica —los OPI y las universidades—. Éstas gastan actualmente en España 48,4 euros de cada 100 empleados en la I+D, superando en casi once puntos porcentuales los promedios de la UE-27 y la Zona Euro. Pero lo más llamativo en esta comparación es la diferente importancia relativa de los OPI y las universidades en el empleo de los recursos de la investigación científica. En efecto, mientras en España el reparto de éstos guarda una proporción del 41,5 por ciento para los centros y organismos dependientes de las Administraciones Públicas, y de 58,5 por ciento para las universidades, las ratios correspondientes son, en el ámbito europeo, del 35,5 y 64,5 por 100, respectivamente; y del 38,0 y 62,0 por 100 en la Zona Euro.

Por tanto, aunque las proporciones que se acaban de señalar han variado algo a lo largo del primer decenio del siglo, al haberse ampliado un poco el papel de las universidades, se puede señalar como otra singularidad del SNI español el excesivo peso que en él tienen los OPI, lo que, como más adelante se explicará con detenimiento, siguiendo a Arrow (1962), no favorece la eficiencia en la asignación de recursos a la investigación.

#### **4. Recursos y resultados de la investigación científica**

Las actividades de investigación científica —que se orientan preferentemente al desarrollo del conocimiento abstracto, sin excluir la cooperación con los agentes empresariales—, debido a sus externalidades (Pavitt, 1991), son financiadas casi enteramente por el sector público (Nelson, 1959; Arrow, 1962; Foray, 1991) y se sujetan a reglas de comportamiento asentadas históricamente (Dasgupta y David, 1987) que, para asegurar la eficiencia (Nelson, 1959), conducen a la publicación completa de sus resultados—de manera que éstos pueden ser conocidos prácticamente sin coste por la comunidad científica y por los demás agentes del SNI— y al reconocimiento de su autoría como factor de mérito y, en su caso, de asignación de derechos de propiedad intelectual (Foray, 1991).

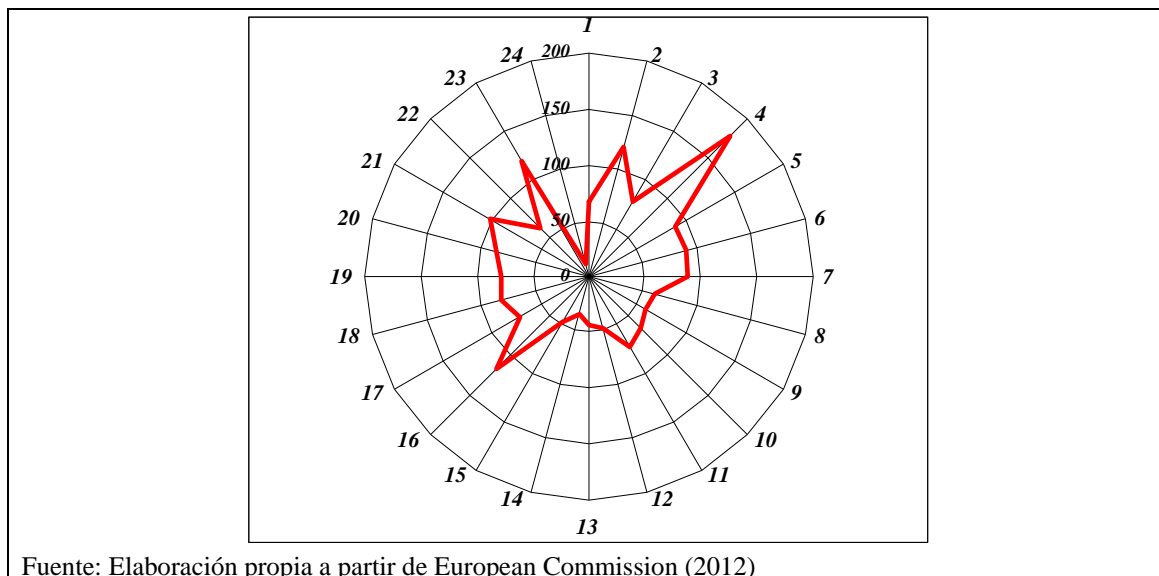
**Recuadro 1**  
**España en el Cuadro de Indicadores de la Innovación en la Unión Europea**

La Comisión Europea elabora una batería de indicadores sobre la innovación para todos los países de la UE, que se recogen actualmente en el *European Union Scoreboard* (IUS). Esos indicadores reúnen información acerca de tres tipos de variables que se refieren a los factores potenciadores de la innovación, las actividades empresariales en este campo y los resultados del sistema de innovación. En el cuadro adjunto se contienen los resultados del IUS 2011 para España. Esos resultados se han reflejado también de manera gráfica tomando como valor de referencia (100) el promedio europeo.

<i>Indicadores</i>		<i>UE-27</i>	<i>España</i>
<i>Factores potenciadores de la innovación</i>	1 Nuevos doctores por 1.000 personas entre 25 y 34 años	1,50	1,00
	2 Población con educación terciaria por 1.000 personas entre 30 y 34 años	33,60	40,60
	3 Jóvenes con educación secundaria superior por 1.000 personas entre 20 y 24 años	79,00	61,20
	4 Publicaciones científicas internacionales por millón de habitantes	301,00	534,00
	5 Publicaciones científicas entre el 10% de más citadas como % del total	10,73	9,52
	6 Estudiantes de doctorado fuera de la UE como % del total	19,19	17,10
	7 Gasto público en I+D como % del PIB	0,76	0,67
	8 Capital riesgo como % del PIB	0,10	0,06
<i>Actividades empresariales de innovación</i>	9 Gasto de las empresas en I+D como % del PIB	1,25	0,72
	10 Gasto en innovación distinta de la I+D como % de la cifra de negocio	0,71	0,46
	11 Pymes que realizan innovación interna como % del total de Pymes	30,31	22,06
	12 Pymes que innovan en cooperación con otras empresas como % del total de Pymes	11,16	5,34
	13 Publicaciones conjuntas público-privadas por millón de habitantes	36,20	15,90
	14 Solicitudes de patentes PCT por cada mil millones de PIB en euros y PPC	3,78	1,34
	15 Solicitudes de patentes PCT en sectores de futuro por cada mil millones de PIB en euros y PPC	0,64	0,30
	16 Marcas comerciales comunitarias por cada mil millones de PIB en euros y PPC	5,59	6,48
<i>Resultados innovadores</i>	17 Diseños comunitarios por cada mil millones de PIB en euros y PPC	4,77	3,39
	18 Pymes que introducen innovaciones de producto o proceso como % del total	34,18	27,50
	19 Pymes que introducen innovaciones organizativas o comerciales como % del total	39,09	30,35
	20 Empleo en actividades intensivas en conocimiento como % del total	13,50	11,50
	21 Exportaciones de productos de media y alta tecnología como % del total	48,23	49,16
	22 Exportaciones deservicios intensivos en conocimiento como % del total	48,13	29,55
	23 Ventas de innovaciones como % de la cifra de negocio	13,26	15,91
	24 Ingresos del exterior por licencias de patentes como % del PIB	0,51	0,06

Como se puede comprobar, si se exceptúan unos pocos indicadores en los que España alcanza o supera la media europea —referidos a la población con formación universitaria, las publicaciones científicas, las marcas comerciales, las exportaciones de media y alta tecnología y la incidencia de los nuevos productos en las ventas de las empresas innovadoras—, en la mayor parte de ellos los valores españoles son bajos, singularmente en lo que atañe a la actividad de las empresas innovadoras —gasto en I+D y en innovación, actividades de cooperación con otros agentes, solicitud de patentes y obtención de ingresos por licencias sobre las patentes obtenidas—.

No sorprende, por todo ello, que el *Índice Sintético de la Innovación* (ISI) que estima la Comisión agregando los anteriores indicadores sitúe a España en un nivel más bien mediocre. Dicho índice adopta un valor de 0,41 para España, siendo su máximo de 0,83 (Suiza) y su mínimo 0,21 (Turquía). El valor promedio de la UE es 0,54. De las cuatro categorías en las que el IUS clasifica a los países europeos —Líderes en innovación, Seguidores en innovación, Innovadores moderados e Innovadores modestos—, España aparece recogida en la tercera. El IUS 2011 señala, además, que, en la década de 2000, el incremento del ISI para España, lo mismo que para Grecia, ha sido más bien pequeño, separándose así del comportamiento de otros países de su misma categoría como Portugal, Malta, Hungría, Italia, República Checa, Polonia y Eslovaquia.



Esas actividades se desarrollan fundamentalmente por las universidades y los OPI. Estas dos fórmulas institucionales no son equivalentes, en cuanto a la asignación de recursos, en la perspectiva de la eficiencia, pues al estar sometida la investigación científica a una fuerte incertidumbre en lo referente a sus resultados, puede ocurrir que la ausencia de éstos no pueda atribuirse a una deficiente o equivocada decisión de gasto. Arrow (1962) estudió este problema concluyendo que los centros y organismos públicos de investigación son, en la mayor parte de los casos, una mala solución institucional, frente a las universidades. Éstas basan su eficiencia en la complementariedad entre la enseñanza y la investigación, de manera que los profesores cobran su salario por la primera y obtienen recursos para la segunda sólo si su curriculum ofrece resultados. Pero en los OPI no se da esa circunstancia, por lo que puede ocurrir que la productividad de los investigadores sea baja, no debido a la dificultad de obtener resultados científicos, sino a la escasa intensidad de su trabajo. Por ello, Arrow consideró poco preferible la fórmula institucional de los OPI, excepto en los casos en los que sus investigaciones se encuentren vinculadas con la demanda —como ocurre con las investigaciones agrarias, relacionadas con los servicios de asistencia a los agricultores y ganaderos, las aeroespaciales, ligadas a los programas de defensa y exploración del espacio, y las bio-médicas, asociadas al tratamiento de los enfermos en el sistema sanitario—, pues en ellos son los sectores demandantes los que deciden la financiación de los grupos de investigación teniendo en cuenta sus resultados.

En los cuadros 1 y 2 se ha reunido la información disponible acerca del gasto en I+D de los OPI y las universidades, respectivamente, en España, la UE-27 y la Zona Euro. Por lo que se refiere a los primeros, debe destacarse que, a lo largo de la primera década del siglo, se ha producido una extraordinaria multiplicación en su número, principalmente en el ámbito de las Administraciones Autonómica y Local. Un fenómeno éste asociado a la culminación del proceso autonómico durante la séptima legislatura, entre 2000 y 2004. Esa proliferación de entes de investigación, unida a una decidida política de apoyo a su financiación, explica que el gasto en I+D de los OPI haya crecido en España a una tasa acumulativa anual del 7,7 por ciento entre 2000 y 2010. Tal dinámica cuadriplica ampliamente la observada en la UE-27 (1,8 por 100) y multiplica por tres y medio la que corresponde a la Zona Euro (2,2 por 100). No sorprende, por ello, que en el período estudiado se haya producido la convergencia de este sector con los promedios



europeos, tanto en los términos del porcentaje de PIB destinado a financiar la I+D como del gasto por habitante.

**Cuadro 1. Indicadores de los Organismos Públicos de Investigación**

Años	Número de instituciones que hacen I+D				Gasto en I+D (Millones de € a precios de 2008)			Gasto en I+D (€ per capita a precios de 2008)			Gasto en I+D (% del PIB)		
	Del Estado	Autonómicos y Locales	Otros centros	Total	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro
2000	60	121		181	1.388,2	26.958,1	21.386,6	34,5	55,8	68,1	0,14	0,25	0,28
2001	58	135		193	1.361,0	26.601,0	21.789,0	33,4	55,0	69,1	0,15	0,25	0,27
2002	45	173	21	239	1.468,2	26.796,7	22.115,2	35,5	55,3	69,8	0,15	0,24	0,27
2003	47	195	31	273	1.508,1	27.192,9	21.948,4	35,9	55,9	68,8	0,16	0,24	0,27
2004	43	231	41	315	1.639,9	27.794,4	22.563,6	38,4	56,9	70,3	0,17	0,24	0,27
2005	49	251	57	357	1.913,6	28.962,3	23.411,1	44,1	59,0	72,5	0,19	0,25	0,27
2006	50	278	73	401	2.083,6	29.251,2	23.723,3	47,3	59,3	73,1	0,20	0,24	0,27
2007	53	300	75	428	2.404,6	29.406,5	24.040,7	53,6	59,4	73,6	0,22	0,24	0,26
2008	74	366	79	519	2.672,3	30.537,4	24.861,6	58,6	61,4	75,7	0,25	0,24	0,27
2009	68	387	87	542	2.923,9	31.815,3	26.013,5	63,7	63,7	78,8	0,28	0,27	0,30
2010	76	407	93	576	2.916,1	32.355,9	26.562,5	63,3	64,6	80,3	0,28	0,27	0,30

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

**Cuadro 2. Indicadores de las Universidades y Centros de Enseñanza Superior**

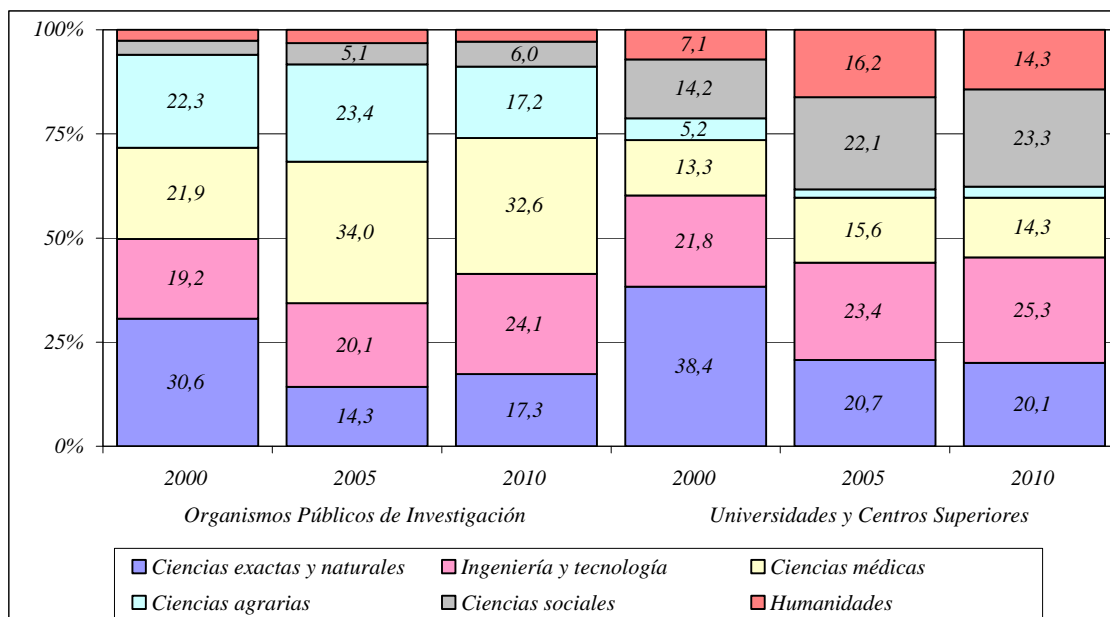
Años	Número de instituciones que hacen I+D				Gasto en I+D (Millones de € a precios de 2008)			Gasto en I+D (€ per capita a precios de 2008)			Gasto en I+D (% del PIB)		
	Universi-da-des Públicas	Univer-sidades Privadas	Otros centros	Total	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro
2000	48	16		64	2.599,0	40.454,1	30.150,7	64,5	83,8	96,0	0,27	0,38	0,39
2001	48	18		66	2.648,6	43.387,2	32.377,5	65,0	89,7	102,7	0,28	0,40	0,40
2002	49	20	14	83	2.838,7	45.842,0	33.859,3	68,7	94,6	106,8	0,29	0,42	0,41
2003	49	19	24	92	2.978,5	46.795,6	34.508,0	70,9	96,2	108,2	0,32	0,42	0,42
2004	49	21	34	104	3.034,7	46.779,4	34.242,2	71,1	95,7	106,7	0,31	0,41	0,41
2005	49	20	46	115	3.258,8	47.749,7	34.570,6	75,1	97,2	107,0	0,33	0,41	0,40
2006	49	23	50	122	3.452,5	49.614,1	35.788,8	78,3	100,6	110,3	0,33	0,41	0,41
2007	49	23	59	131	3.602,2	51.722,0	37.199,3	80,3	104,4	113,9	0,33	0,42	0,41
2008	49	24	64	137	3.932,4	55.021,7	40.248,9	86,2	110,6	122,5	0,36	0,44	0,44
2009	49	25	69	143	4.054,5	57.812,8	41.985,1	88,3	115,7	127,2	0,39	0,48	0,48
2010	49	25	80	154	4.102,8	59.060,1	43.271,7	89,1	117,9	130,8	0,39	0,48	0,48

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

En cuanto a las universidades se debe anotar también la expansión del número de ellas, singularmente en el sector privado, en el que han aparecido, a lo largo de la década, nueve entidades adicionales con ese estatus, así como alrededor de setenta centros adscritos a las de carácter público. Sin embargo, el gasto en I+D en este sector creció más moderadamente que en el de los OPI, a una tasa del 4,7 por ciento anual, cercana a la de la UE-27 (3,9 por 100) y a la de la Zona Euro (3,7 por 100). Ello ha hecho que apenas haya habido convergencia con el estándar europeo, de manera que, en términos relativos, la distancia que separa a las universidades españolas con respecto a éste se haya mantenido casi constante en términos del gasto por habitante y sólo se haya reducido en unas pocas centésimas en cuanto al porcentaje del PIB.

Esta evolución de los recursos empleados por las instituciones científicas se ha acompañado de una cierta reestructuración de su orientación hacia los diferentes campos de la investigación básica y aplicada, tal como muestra el gráfico 5. De esta manera, en los OPI se ha producido una importante reducción del papel que desempeña la investigación en ciencias exactas y naturales y, en menor medida, en ciencias agrarias, para ampliar el de la biomedicina y el de la ingeniería y tecnología, así como, en un plano menor, el de las ciencias sociales y humanidades. El campo de las ciencias exactas y naturales también se ha contraído en las universidades, donde, por el contrario

Gráfico 5. Distribución del gasto en investigación científica por disciplinas (Porcentajes sobre el total)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

las ciencias sociales y humanidades han experimentado una notable expansión, permaneciendo prácticamente estables los demás tipos de disciplinas científicas.

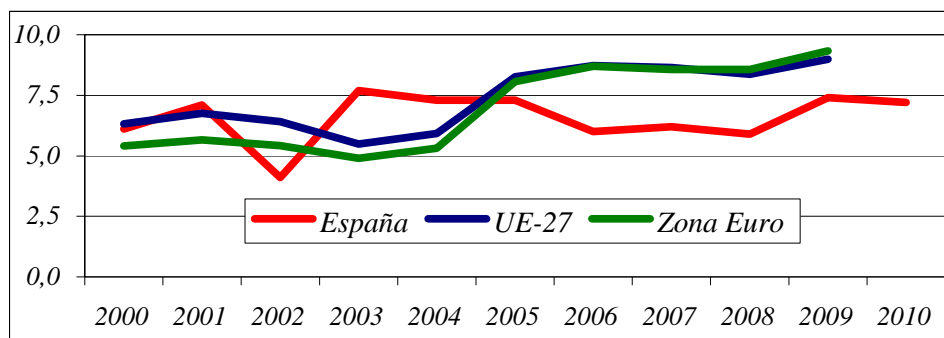
Esta evolución de la estructura disciplinar de la investigación científica en España, como ya venía ocurriendo en el pasado, apenas guarda relación con las necesidades de aumento del conocimiento que se desprenden del sistema productivo. El hecho de que las prioridades en la asignación de recursos estén determinadas por los demandantes académicos y que, en gran medida, la gestión de esos recursos, dentro de las Administraciones Públicas que los financian, esté encomendada a funcionarios procedentes de los OPI y las universidades, hace que la planificación de la investigación científica atienda preferentemente a los intereses de las entidades académicas y de los grupos de presión científicos.

Lo que se acaba de señalar no impide, sin embargo, que en España se haya asentado un modelo de cooperación entre las instituciones de investigación científica y las empresas comparable al que existe en los otros países de la UE. Las reformas regulatorias que se realizaron en los años ochenta, referidas investigación contractual en las universidades y en los OPI, dieron como resultado, ya desde la década de 1990, un nivel de participación empresarial en la financiación de la investigación científica equiparable al de los países más avanzados (Buesa, 2003, pp. 251-252). El correspondiente modelo se ha mantenido en el período que aquí se estudia, tal como se muestra en el gráfico 6, de manera que alrededor del 7,5 por ciento de los recursos empleados en I+D por los OPI y

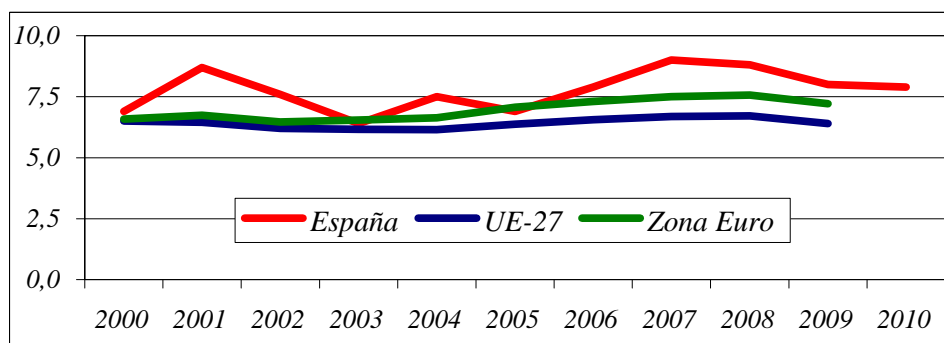
las universidades los aportan las empresas que contratan sus servicios o que desarrollan con ellos, de manera conjunta, proyectos de investigación. No se entiende por ello la persistencia, incluso entre los actores del SNI, del tópico que atribuye un bajo desarrollo a las relaciones Ciencia-Industria en España<sup>166</sup>.

Gráfico 6. Relaciones Ciencia-Industria: financiación empresarial del gasto en investigación científica de España y la Unión Europea

*Organismos Públicos de Investigación*



*Universidades y Centros de Educación Superior*

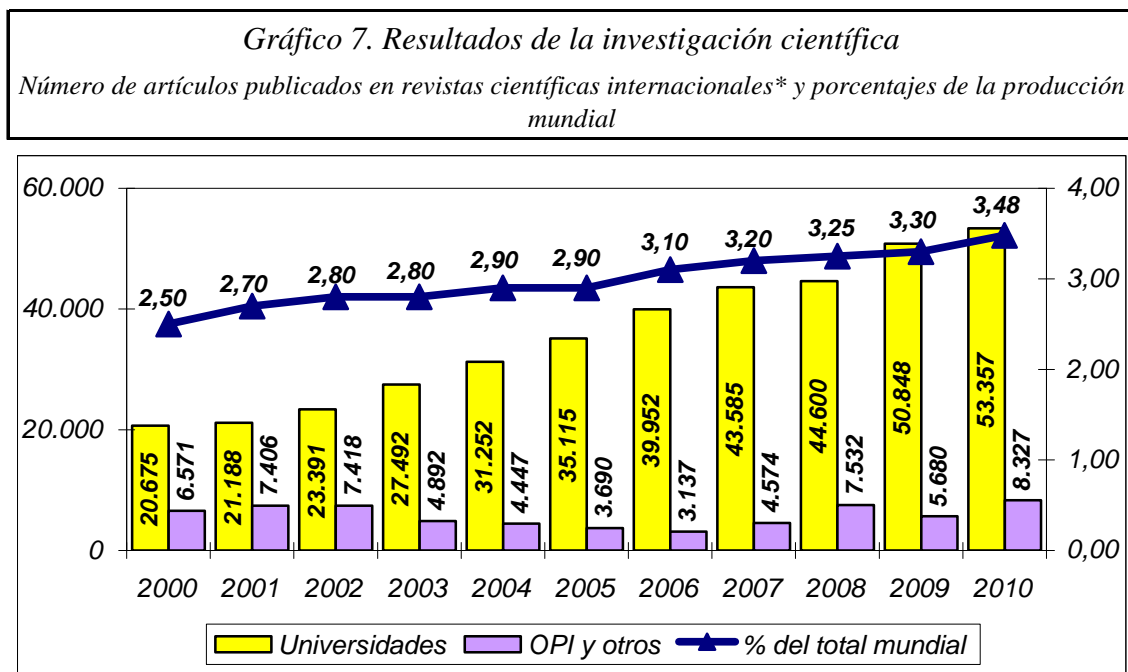


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

Entremos, por último, en los resultados científicos obtenidos por los OPI y las universidades. Aludiremos para ello a las publicaciones en revistas académicas de proyección internacional. Los indicadores correspondientes, que se han reflejado en el gráfico 7, señalan, en primer lugar, una importante progresión de la participación española en la ciencia mundial, de manera que la correspondiente cuota ha subido un punto porcentual, al pasar del 2,50 al 3,48 por ciento a lo largo de la década. Esta trayectoria da continuidad a la dinámica ya observada durante los veinte años anteriores, pudiéndose considerar de manera satisfactoria.

<sup>166</sup> Véanse, por ejemplo, las opiniones expresadas por el panel de expertos que consulta COTEC para su informe anual, cuando señalan, entre los principales problemas del SNI español, la ausencia de orientación de la investigación académica hacia las empresas, el suficiente aprovechamiento, por parte de éstas, del potencial investigador de las instituciones científicas o la escasa cultura de cooperación entre dichos agentes (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 2012, pp. 138-140).

Sin embargo, el mismo gráfico muestra que la principal responsabilidad de la creciente proyección de la ciencia española en el mundo ha de atribuirse a las universidades, cuyo número de publicaciones no sólo es notoriamente más elevado que el de los OPI, sino que además se ha ido incrementando todos los años del período<sup>167</sup>. No ha sido así, en cambio, en los OPI, cuya producción científica ha sido más bien errática, con caídas muy profundas en algunos años.



Fuente: Elaboración propia a partir del Grupo SCImago. [Tomados de Fecyt, 2012, y Fundación CYD, 2012]

\* Revistas indiciadas en Science Citation Index (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) y Arts & Humanities (A&H).

Este comportamiento diferenciado de las universidades y los OPI en la producción científica revela la existencia de problemas relevantes de ineficiencia, especialmente en estos últimos. En efecto, si se confrontan los resultados en forma de publicaciones académicas internacionales con los recursos de que han dispuesto dichas instituciones para su actividad investigadora, tal como se hace en el gráfico 8, se comprueba que la productividad agregada de las universidades ha crecido entre un 60 y un 70 por ciento —según sea el indicador empleado— a lo largo de la década que aquí se analiza. Aún así, el nivel de esa productividad resulta inferior en alrededor del 20 por 100, a la de los países del entorno europeo (Hernández Armenteros y Pérez García, 2011, p. 129). Y por el contrario, la productividad de los OPI, tomada también agregadamente, se ha reducido entre un 35 y un 40 por ciento, habiendo llegado a caer, en algunos años, más del 70 por ciento con respecto al máximo del período.

<sup>167</sup> Véase, en el mismo sentido, Pérez García y Serrano Martínez (2012), pp. 224-226. Estos autores también destacan el aumento de la calidad de la producción científica universitaria.

# El Sistema Español de Innovación: evolución histórica, problemas y fallos sistémicos

**Cuadro 3. Indicadores de las empresas innovadoras**

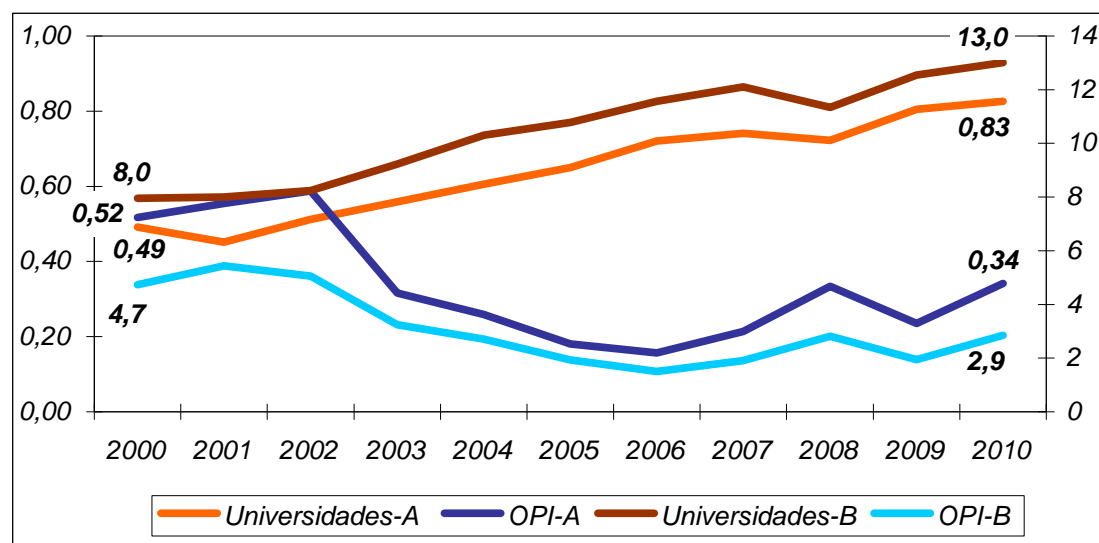
Años	Número de empresas *					Gasto en I+D (Millones de € a precios de 2008)			Gasto en I+D (€ per capita a precios de 2008)			Gasto en I+D (% del PIB)			Gasto de España en Innovación		
	Que hacen I+D	%	Con actividades innovadoras	%	UE %	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	Millones € a precios 2008	Per capita (€ de 2008)	% del PIB
2000	n. d.		29. 228	19,8	38,7	4. 708,8	128. 235,4	94. 494,3	116,9	265,6	300,8	0,49	1,21	1,22	15. 610,7	387,7	1,62
2001	2. 814		n. d.			4. 855,2	130. 829,6	96. 967,9	119,2	270,4	307,4	0,52	1,21	1,20	n. d.	n. d.	n. d.
2002**	6. 204	5,2	24. 463	20,6		5. 203,5	131. 491,2	97. 647,0	126,0	271,3	308,1	0,54	1,20	1,20	14. 696,8	355,7	1,52
2003	7. 963	4,9	31. 711	19,4		5. 311,0	131. 986,7	97. 851,7	126,4	271,2	306,8	0,57	1,19	1,19	13. 384,9	318,7	1,43
2004	9. 719	5,6	51. 316	29,7	55,9	5. 588,8	132. 311,5	99. 190,9	130,9	270,7	309,1	0,58	1,16	1,18	14. 349,5	336,1	1,48
2005	10. 953	6,2	47. 529	27,0		6.038,9	133. 737,8	100. 262,9	139,2	272,3	310,4	0,60	1,15	1,17	15.012,8	345,9	1,50
2006	12. 575	6,4	49. 415	25,3	49,5	6. 932,6	141. 193,7	105. 797,9	157,3	286,3	325,9	0,67	1,17	1,20	17. 479,2	396,6	1,68
2007	14. 669	7,4	46. 877	23,5		7. 630,9	146. 219,7	110.055,0	170,1	295,2	337,0	0,71	1,18	1,21	18. 524,4	412,8	1,72
2008	15.049	7,3	42. 206	20,6	23,7	8.073,5	151. 597,6	114. 850,4	177,1	304,6	349,6	0,74	1,22	1,25	19. 918,9	436,9	1,83
2009	13. 603	7,2	39.043	20,5		7. 560,3	148. 267,3	112. 296,0	164,6	296,7	340,3	0,72	1,24	1,27	17. 619,7	383,6	1,68
2010	11. 481	6,7	32.041	18,6		7. 469,4	149. 985,0	114. 213,7	162,1	299,3	345,1	0,72	1,23	1,27	16.091,4	349,3	1,54

\* Porcentajes con respecto al total de empresas de 10 y más empleados

\*\* A partir de 2002 la cifra de empresas que hacen I+D recoge tanto a las que tienen una actividad continua como a las que realizan una actividad ocasional

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat.

Gráfico 8. Indicadores de productividad en la investigación científica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Grupo SCImago y del INE.

A: Publicaciones por cada investigador en equivalencia a jornada completa

B: Publicaciones por cada millón de € de gasto en I+D a precios de 2008

La mejora de la productividad en las universidades no debe ocultar que, en ellas, persisten problemas de eficiencia que se derivan del desequilibrio entre los recursos empleados en la prestación de servicios docentes en titulaciones con poca demanda, así como de la escasa actividad investigadora de una parte de los profesores. El análisis de estos elementos ha llevado a concluir que, en el primer caso, alrededor de un tercio de los recursos son redundantes; y en el segundo, que una cuarta parte del profesorado no logra justificar su función investigadora (Hernández Armenteros y Pérez García, 2011, pp. 127 y 129). Pero las ineficiencias deben ser, a la luz de los datos que se acaban de exponer, mucho más amplias en los OPI, lo que se explica por sus deficiencias institucionales —a las que se ha aludido más atrás, siguiendo a Arrow— y por la preferencia que han mostrado hacia ellos, multiplicando sus recursos, los gestores de la política científica tanto del Estado como de las Comunidades Autónomas<sup>168</sup>.

## 5. Las actividades de las empresas innovadoras

Las empresas son los agentes más relevantes de la innovación, de manera que sobre ellas gravitan las actividades que dan lugar a la introducción en el mercado y a la difusión de los nuevos productos o procesos de producción. Tales actividades pueden ser muy variadas y se concretan en el desarrollo del conocimiento tecnológico a partir de la I+D, el diseño y la ingeniería, la adopción de tecnologías adquiridas externamente,

<sup>168</sup> Más adelante se muestran los indicadores de la política científica que ratifican este aserto en el caso de las CCAA. Por lo demás, en el del Estado, especialmente en los últimos años de la década de 2000, ha habido una atención preferente hacia el Consejo Superior de Investigaciones Científicas —el mayor de los OPI existentes en España— que, al parecer, ha dado lugar a un importante despilfarro de recursos. Véase al respecto la noticia sobre un informe elaborado por la Inspección General del Ministerio de Economía y Competitividad acerca de la gestión del CSIC en la etapa del gobierno socialista, en ABC del 26 de Noviembre de 2012.

en especial mediante la compra de maquinaria y bienes de equipo, la obtención de asistencia técnica de otras empresas o instituciones, y la cooperación con los diferentes agentes del sistema de innovación.

Una aproximación a dichas actividades la proporcionan los datos de la *Estadística sobre I+D* y la *Encuesta sobre innovación* que, en lo que a los indicadores más generales se refiere, se han recogido en el cuadro 3. Lo primero que se destaca en esa información es la importante expansión que ha experimentado el número de empresas innovadoras a lo largo de la primera década del siglo, de manera que llegaron a duplicarse hasta 2006, aunque posteriormente, por efecto de la crisis, se redujeron en un poco más de un tercio. Esta destrucción del tejido empresarial innovador durante los años recientes ha agudizado el problema del insuficiente desarrollo de la innovación en el sector de las empresas, al que se ha aludido con anterioridad y que también se refleja en el mencionado cuadro. Así, se comprueba que, con referencia a las empresas de diez o más empleados, la proporción de las innovadoras es, en España, aproximadamente la mitad de lo que reflejan los datos europeos, aunque haya que hacer la salvedad que anotan los datos correspondientes a 2008.

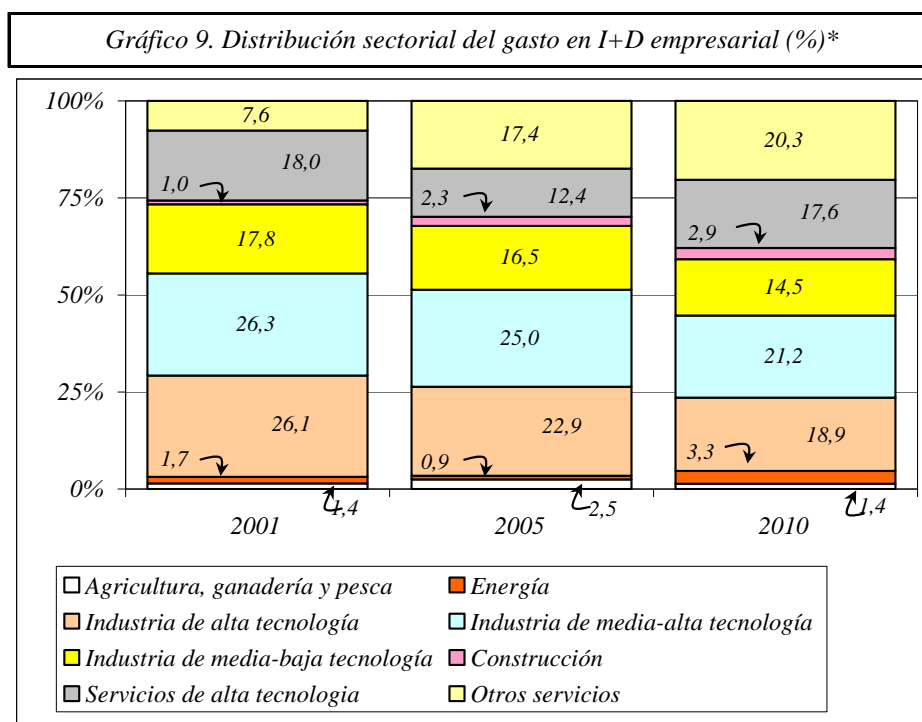
Por otra parte, entre las empresas innovadoras, las que desempeñan actividades formalizadas de I+D en los laboratorios y centros organizados al efecto, son actualmente un tercio del total, habiendo aumentado su número a lo largo del período. El retroceso de las unidades contabilizadas en esta categoría como consecuencia de la crisis es también apreciable, aunque su intensidad haya sido algo menor en este grupo que en el del conjunto total.

Los gastos en I+D realizados por estas empresas crecieron, en el conjunto de la primera década del siglo, a una tasa del 4,7 por ciento anual en términos reales, casi tres veces más que el promedio europeo (1,6 por 100) y dos veces y media por encima del de la Zona Euro (1,9 por 100). A su vez, el gasto total en innovación se incrementó en un 3,1 por ciento anual hasta 2008, experimentando después un retroceso muy amplio. Esta dinámica ha posibilitado una cierta convergencia de los indicadores de gasto en I+D de las empresas españolas con sus homólogas europeas. Tal aproximación —que se acerca al 60 por ciento del nivel europeo en lo que se refiere a la proporción del PIB que financia la I+D— es muy inferior a la que se ha anotado en el epígrafe anterior para las instituciones científicas, lo que vuelve a señalar que el de las empresas es el sector más débil del SNI español.

El proceso de expansión del gasto en I+D ha estado acompañado, por otra parte, de un cambio muy relevante en lo relativo a su distribución sectorial. En el gráfico 9 se comprueba, en efecto, que todas las industrias, muy especialmente las de alta tecnología, han experimentado un retroceso en su participación; y lo han hecho principalmente a favor de las ramas de servicios —excluyendo las de alta tecnología, que se han mantenido estables— y, más secundariamente, de la energía y la construcción. Ello se relaciona con las dificultades que encierra el desarrollo de los sectores de alta tecnología en España, a la que se ha aludido al tratar sobre los elementos del entorno económico de la innovación.

Los resultados de las actividades innovadoras en las empresas pueden medirse a través de varios tipos de indicadores. El más empleado es el que reúne la información sobre las patentes solicitadas, aunque no todas ellas lo sean por empresas o inventores vinculados a la producción, pues también operan en este terreno las instituciones científicas. No

obstante, son las empresas los agentes más relevantes en la obtención de tecnologías patentables. Éstas pueden ser consideradas como representativas del conjunto de los conocimientos susceptibles de ser empleados y puestos en valor en las actividades de producción (Griliches, 1990). De entre las posibles fuentes de datos sobre patentes, se emplearán aquí los elaborados por Eurostat acerca de las solicitudes presentadas ante la Oficina Europea de Patentes (EPO), pues reúnen las ventajas de referirse a las tecnologías de mayor valor económico y de ser susceptibles de comparación internacional. Esos datos son los que se muestran en el cuadro 4.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

\* Se ha procedido a asignar el gasto del sector de Servicios de I+D a las ramas de actividad receptoras de los mismos

Como se puede comprobar, siguiendo una trayectoria que se remonta a las dos décadas anteriores (Buesa, 2003, p. 260), las patentes europeas que corresponden a inventores residentes en España han experimentado un importante crecimiento durante el primer decenio del siglo. Así, su número total se ha incrementado en un 80 por ciento, muy por encima del 5 por 100 que corresponde a los dos referentes europeos que aquí se toman en consideración. Ello es, sin duda una de las principales consecuencias de la ampliación del número y las actividades de las empresas innovadoras, pues son éstas las que, junto a los factores de entorno que aluden a la estructura productiva, más influyen en este tipo de resultados (véase el recuadro 2). Esta ampliación del número de patentes ha hecho progresar el indicador que las relaciona con la población, lo que, sin embargo, no ha ocurrido en el caso de los agregados europeos. Tal progresión ha aproximado a España a estos últimos, aunque haya que añadir que la distancia que nos separa de ellos es aún muy grande, pues el indicador español adopta un valor, en el último año, que sólo llega al 29 por ciento del que corresponde a la UE-15 y al 23 por ciento del de la Zona Euro.



**Cuadro 4. Solicitudes de patentes EPO**

Años	Total de solicitudes de patentes						Solicitudes de patentes de alta tecnología					
	Número de solicitudes			Por millón de habitantes			Número de solicitudes			Por millón de habitantes		
	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro	España	UE-27	Zona Euro
2000	804	51.710	42.082	20,0	107,1	134,0	127	9.043	11.913	3,1	18,7	37,9
2001	880	51.393	42.365	21,6	106,2	134,3	156	9.615	12.188	3,8	19,9	38,6
2002	939	51.375	42.384	22,7	106,0	133,7	147	9.172	11.536	3,5	18,9	36,4
2003	961	52.720	43.503	22,9	108,3	136,4	138	8.381	10.618	3,3	17,2	33,3
2004	1.210	55.133	45.786	28,3	112,8	142,7	147	8.514	10.792	3,4	17,4	33,6
2005	1.353	56.620	47.023	31,2	115,3	145,6	176	8.159	10.405	4,1	16,6	32,2
2006	1.343	57.424	47.558	30,5	116,4	146,5	202	7.943	10.218	4,6	16,1	31,5
2007	1.371	57.103	47.095	30,6	115,3	144,2	208	7.825	10.133	4,6	15,8	31,0
2008	1.408	55.530	45.726	30,9	111,6	139,2	246	7.515	9.681	5,4	15,1	29,5
2009	1.426	55.167	45.294	31,1	110,4	137,3	113	3.891	4.765	2,5	7,8	14,4
2010	1.454	54.414	44.539	31,6	108,6	134,6	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

Fuente: Eurostat

Esta positiva trayectoria de los indicadores generales sobre patentes se reproduce también en los que aluden a la alta tecnología<sup>169</sup>. El cuadro 4 muestra, en efecto, que las cifras correspondientes han aumentado en más del 90 por ciento hasta 2008<sup>170</sup>, mientras que tanto en la UE-27 como en la Zona Euro han experimentado un cierto retroceso. Sin embargo, su nivel relativo con respecto a la población está más alejado, en este caso, del promedio de la Zona Euro —pues sólo llega al 18 por 100—, aunque no del de la UE-27 —el 36 por 100—. Parece, por tanto, que el bajo desarrollo relativo de las ramas industriales y de servicios de alta tecnología tiene su correlato en unos resultados innovadores netamente inferiores a los que se obtienen en los países más avanzados de Europa.

Conocemos, por otra parte, a través de la *Encuesta sobre innovación*, cuál es el impacto económico de la introducción de nuevos productos en el mercado. Dos son las categorías que se contemplan a este respecto. Por un lado, la de las innovaciones de tipo incremental o imitativo que, en dicha encuesta, aparecen reflejadas como novedad para las empresas que las adoptan, pero no para el mercado. Y por otro, la de las innovaciones radicales que sí son novedad para el mercado, con independencia del nivel de complejidad técnica que les caracterice<sup>171</sup>.

La incidencia de ambos tipos de innovaciones sobre la cifra de negocios de las empresas se ha representado en el gráfico 10. En él se constata que, a lo largo de la última década, esa influencia se ha venido incrementando paulatinamente y que el principal impulso de tal aumento va de la mano de la innovación radical. Lógicamente, es en las empresas que introducen las innovaciones de producto donde se especifica su participación en la

<sup>169</sup> Se consideran patentes de alta tecnología, de acuerdo con Eurostat, las referidas a los ordenadores y equipos informáticos, microorganismos e ingeniería genética, aeronáutica, tecnología de comunicaciones, semiconductores y láser.

<sup>170</sup> Los datos de 2009 no deben ser usados como referencia pues son incompletos.

<sup>171</sup> El concepto de innovación radical alude a la ausencia de su presencia anterior en el mercado. No se trata, por tanto, de innovaciones necesariamente revolucionarias o de gran impacto sobre el sistema productivo que introducen un nuevo paradigma tecno-económico.

cifra de negocios. El gráfico muestra que, en 2002<sup>172</sup>, algo menos del 30 por ciento de esa cifra se debía a las innovaciones de producto, sobre todo a las incrementales o imitativas. Ocho años más tarde la incidencia había aumentado en diez puntos porcentuales, casi todos ellos debido al avance de las innovaciones radicales. Sin embargo, hay que añadir que la proporción de las empresas que, en España, adoptan esas innovaciones es bastante reducida, tal como se ha comentado más atrás. Y, por ello, la incidencia que tienen en las ventas del conjunto de las empresas españolas, sean o no innovadoras, es, como refleja el panel derecho del gráfico, muy modesto. En 2010 apenas rozaba el 15 por ciento, aunque había casi duplicado el valor del año inicial.

**Recuadro 2**  
**La función de producción de patentes**

De acuerdo con Griliches (1979) la obtención de conocimientos susceptibles de valoración económica —que quedan adecuadamente representados en las patentes— se asocia con los recursos que se destinen a su producción, así como con otras variables expresivas del sistema de innovación. La correspondiente función de producción fue desarrollada más ampliamente por Furman, Porter y Stern (2002) introduciendo en ella elementos del entorno innovador. En Buesa et al, (2006) y (2010) hemos seguido esta estela para estimar sendas funciones referidas a las regiones españolas, en el primer caso, y a las europeas —146 regiones de 15 países—, en el segundo. Los modelos estimados tienen la siguiente forma general:

$$K = f(ENT, UNI, EMP, ADM)$$

donde  $K$  designa las patentes obtenidas en cada sistema regional de innovación, y  $ENT$ ,  $UNI$ ,  $EMP$  y  $ADM$  son factores obtenidos mediante la técnica de análisis factorial que sintetizan, respectivamente, diversas variables referidas al entorno regional de la innovación, y a las actividades de creación de conocimientos en las universidades, las empresas innovadoras y los OPI. Los modelos se han estimado partiendo de sendas bases de datos en las que se reúnen 35 variables, en el primer caso, y 26, en el segundo, en el que se ha añadido un factor adicional ( $NAC$ ) que recoge las variables del entorno nacional de los países europeos.

El modelo estimado por MCO para los *sistemas regionales de innovación españoles*, cuyos coeficientes son en todos los casos significativos al 99%, es el siguiente:

$$K = 201,5 + 267,5 ENT + 106,3 ADM + 68,4 EMP + 45,1 UNI [R^2 = 0,96]$$

Y el modelo correspondiente a los *sistemas regionales de innovación europeos*, también estimado por MCO y en el que los coeficientes de  $UNI$  y  $ADM$  no son significativos, adopta la siguiente forma:

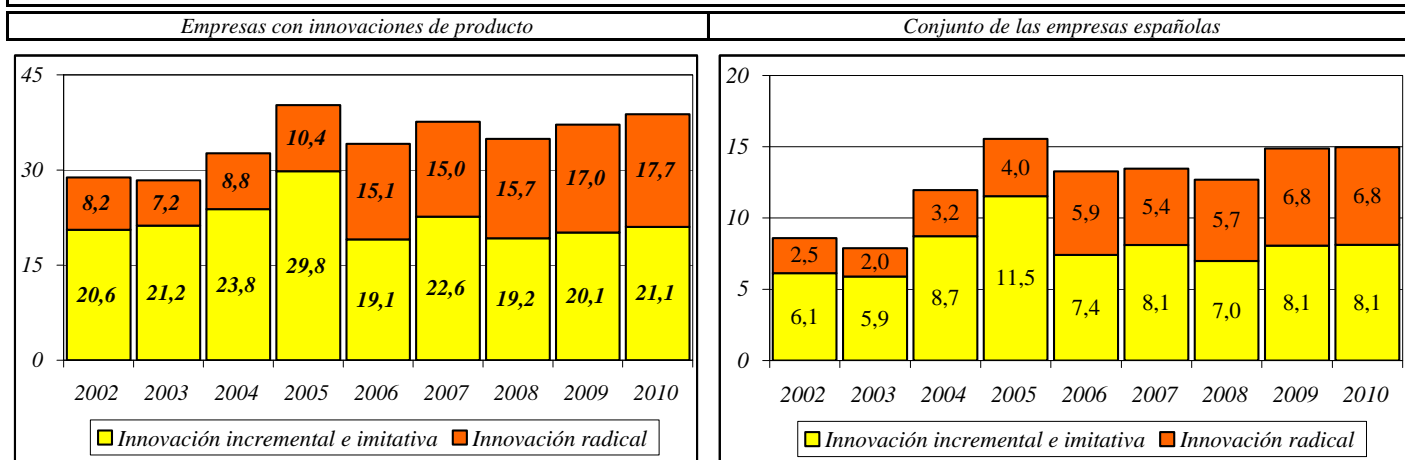
$$K = 325,0 + 601,1 ENT + 220,8 EMP + 27,1 NAC - 15,0 UNI + 4,7 ADM [R^2 = 0,76]$$

Estos modelos destacan el papel crucial del entorno productivo para la producción de patentes y, en el caso de las regiones europeas, el de la actividad de las empresas innovadoras, siendo menos relevantes los elementos del entorno nacional. Ni la universidad ni los OPI son elementos que influyen sobre las patentes. No obstante, en el caso de las regiones españolas, estos dos últimos factores juegan un papel significativo, siendo incluso los OPI más importantes que las empresas innovadoras. Ello señala una vez más que la principal debilidad del SNI de España está en estas últimas. Y, por ello, no sorprende que los indicadores españoles de patentes se encuentren muy distanciados del promedio europeo.

<sup>172</sup> La *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas* que elabora el INE no permite obtener este indicador, de forma homogénea, para los años anteriores a 2002.

Gráfico 10. Impacto económico de la innovación

Porcentaje de la cifra de negocios debida a las innovaciones de producto en las empresas\*



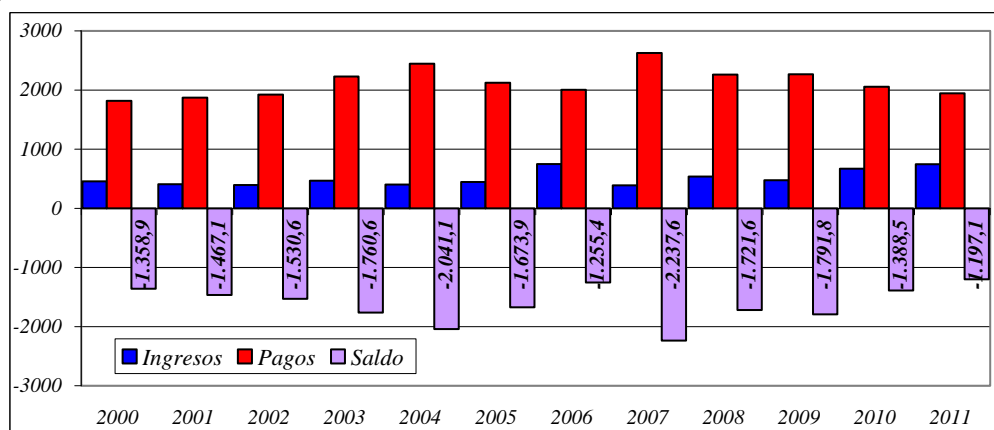
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

\* Empresas de 10 o más empleados

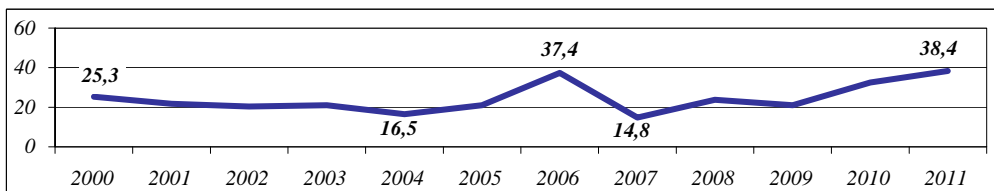
En definitiva, ni la producción de nuevas tecnologías que se reflejan en las patentes, ni el impacto global de las innovaciones son demasiado importantes en España, a pesar de la progresión de los correspondientes indicadores de resultados en la primera década del siglo XXI. Por ello, persiste en el país una dependencia tecnológica del exterior a la que se hace referencia a continuación.

Gráfico 11. Balanza de pagos tecnológicos

Royalties y rentas de la propiedad industrial en millones de € a precios corrientes



Pro memoria: Tasa de cobertura en %



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de España

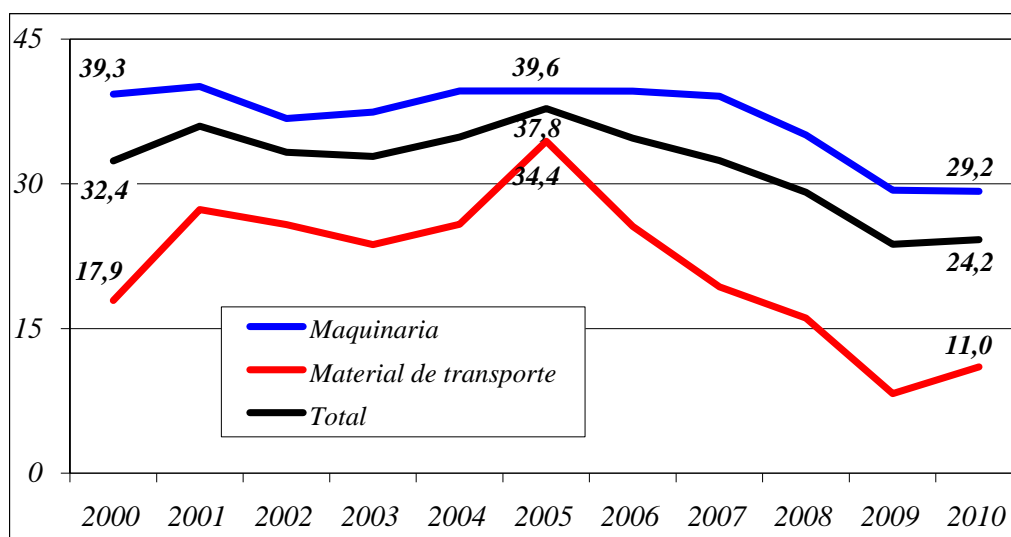
Acerca de este último aspecto, se dispone de dos indicadores diferentes, uno referido a la adquisición de tecnología desincorporada y el otro a la tecnología materializada en los bienes de equipo. El primero de estos conceptos alude a los elementos inmateriales

del conocimiento que se especifican en las patentes y otros títulos de propiedad industrial, así como en los servicios de asistencia técnica. La balanza de pagos, de acuerdo con la metodología del V Manual del FMI, singulariza las transacciones referidas a la propiedad industrial, pero no hace lo mismo con la asistencia técnica, por lo que, como se refleja en el gráfico 11, aquí sólo se pueden reunir los datos acerca de los royalties y rentas vinculadas a ella. Esos datos señalan que, en la última década, se han mantenido unas importaciones de tecnología valoradas en un promedio de 2. 300

millones de euros al año. Es decir, una cifra más de cuatro veces superior a la de las exportaciones por el mismo concepto —550 millones anuales—, con lo que se ha mantenido un saldo negativo de alrededor de 1. 750 millones en promedio. La correspondiente tasa de cobertura ha oscilado entre el 20 y el 40 por ciento, aunque en general se ha mantenido más próxima al primero de esos niveles que al segundo.

En cuanto a la tecnología incorporada en los bienes de equipo, en el gráfico 12 se recoge la estimación de un indicador que relaciona las importaciones de este tipo de bienes con la Formación Bruta de Capital Fijo por el mismo concepto. Y en él se comprueba que el nivel de dependencia exterior en este tipo de tecnologías se ha mantenido, hasta el desencadenamiento de la crisis, en un nivel cercano al 40 por ciento por lo que concierne a la maquinaria, y del 25 por ciento en cuanto al material de transporte, aunque en este caso el indicador ha estado sometido a variaciones importantes. En todo caso, desde 2008, con la caída de la inversión, la participación de la importación en la FBCF ha experimentado un retroceso notable.

*Gráfico 12. Índice de dependencia exterior en tecnologías incorporadas*  
*Importaciones de bienes de equipo como porcentaje de la Formación Bruta de Capital Fijo en ese tipo de activos*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y del Banco de España

Esta evolución de las necesidades de importación de tecnología, que se caracteriza por una relativa estabilidad, al menos hasta la irrupción de la crisis, contrasta con el aumento de los correspondientes indicadores durante las dos décadas finales del siglo XX (Buesa, 2003, p. 261-263), lo que no obsta para considerar que el nivel de dependencia tecnológica es aún bastante elevado, poniendo así en evidencia, como

reiteradamente se ha señalado en las páginas precedentes, la debilidad relativa del segmento empresarial dentro del sistema nacional de innovación.

## 6. La política científica y tecnológica

La asignación de recursos a las actividades de creación de conocimiento está sujeta a severos fallos del mercado (Nelson, 1959, Arrow, 1962, Foray, 1991, Heijs, 2001) que justifican la intervención estatal para corregirlos. Esa intervención se orienta, por una parte, a la creación de instituciones destinadas a facilitar la apropiación de la tecnología, y de infraestructuras que faciliten la interacción de los agentes innovadores para el desarrollo de tareas de aprendizaje. Y, por otra, a la provisión de medios financieros para sostener la investigación científica y para complementar los recursos privados que se destinan a las funciones innovadoras dentro de las empresas. En lo que sigue se hará referencia a esto último.

El volumen total de los recursos utilizados por la política científica y tecnológica para la financiación de la I+D se refleja en el cuadro 5. En él se puede comprobar, en primer lugar, que la política española ha experimentado una continua expansión en cuanto a su tamaño, de manera que las cifras correspondientes han crecido, en términos reales, a una tasa anual acumulativa del 6,8 por ciento, lo que ha permitido su casi duplicación entre 2000 y 2010. En el ámbito europeo, la expansión fue mucho más moderada: un 2,2 y un 2,1 por ciento anual en la UE-27 y en la Zona Euro, respectivamente. Y, en segundo término, se constata que, como consecuencia de dicho crecimiento, la dimensión económica de la política española ha llegado, a partir de 2007, al mismo nivel que la europea, pues en todos los casos se desenvuelve en torno al 0,70 por ciento del PIB. La convergencia de España con los referentes del entorno europeo ha sido, en este caso, prácticamente completa.

<b>Cuadro 5. Recursos empleados en la política científica y tecnológica (Millones € a precios de 2008)</b>						
<i>Años</i>	<i>España</i>		<i>UE-27</i>		<i>Zona Euro</i>	
	<i>Millones €</i>	<i>% PIB</i>	<i>Millones €</i>	<i>% PIB</i>	<i>Millones €</i>	<i>% PIB</i>
2000	3. 804,5	0,39	67. 865,5	0,64	53.044,7	0,68
2001	3. 847,1	0,41	68. 822,3	0,64	54. 426,1	0,67
2002	4. 158,5	0,43	71.082,5	0,65	56. 349,5	0,69
2003	4. 462,5	0,48	73. 196,0	0,66	56. 930,3	0,69
2004	4. 639,6	0,48	73. 314,1	0,64	56. 897,2	0,68
2005	5. 288,9	0,53	73.019,3	0,63	56. 107,5	0,66
2006	5. 799,9	0,56	74. 490,6	0,62	57. 164,6	0,65
2007	6. 418,0	0,60	76. 368,3	0,61	58. 705,4	0,64
2008	7. 173,3	0,66	80. 741,7	0,65	62. 613,8	0,68
2009	7. 364,8	0,70	83. 817,9	0,70	64. 431,7	0,73
2010	7. 343,8	0,70	84. 632,2	0,69	65. 248,0	0,73

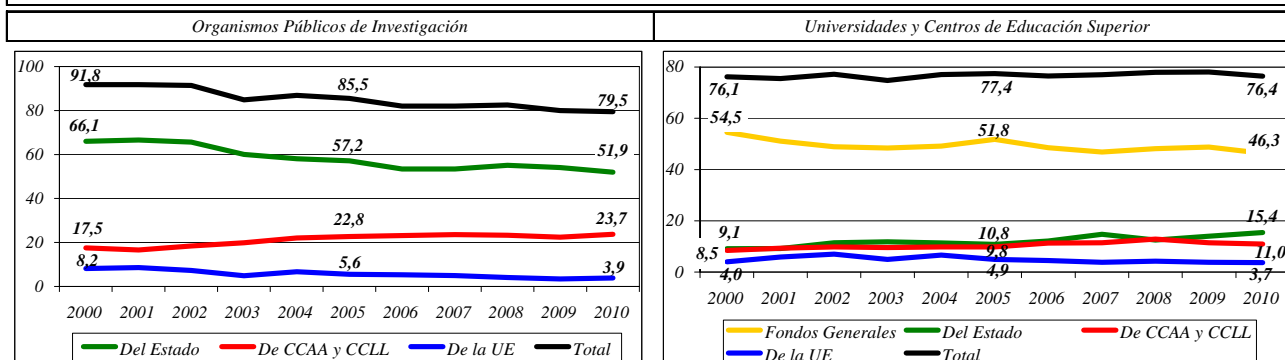
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y Eurostat

La economía de la investigación científica admite que, debido a la naturaleza de ésta, deben ser las Administraciones Públicas las que financien completa o, al menos, mayoritariamente las correspondientes actividades (Nelson, 1959, Pavitt, 1991). , lo que, en el caso de los OPI y las universidades españolas, se comprueba en la información contenida en el gráfico 13. Por lo que corresponde a los primeros, se puede

señalar que, en el decenio que aquí se estudia, se ha producido un descenso continuado de la incidencia de los recursos públicos en su financiación, al caer ésta desde el 91,8 al 79,5 por ciento. Tal reducción se explica casi enteramente por la cada vez menor participación del Estado, lo que se explica tanto por el proceso de transferencias competenciales a las Comunidades Autónomas, como por la existencia de una política orientada a obligar a que los OPI estatales recurrieran a fuentes empresariales de financiación (Sanz y Cruz-Castro, 2002). Y también, aunque en menor medida, por el descenso en la capacidad de captación de recursos de la Unión Europea en programas competitivos de financiación. Por el contrario, los fondos aportados por las autonomías han sido cada vez mayores, lo que se comparece bien con la proliferación de este tipo de organismos en el ámbito regional.

Gráfico 13. La Política Científica

Incidencia de la financiación pública española y europea sobre el gasto en I+D de las instituciones de investigación científica (%)



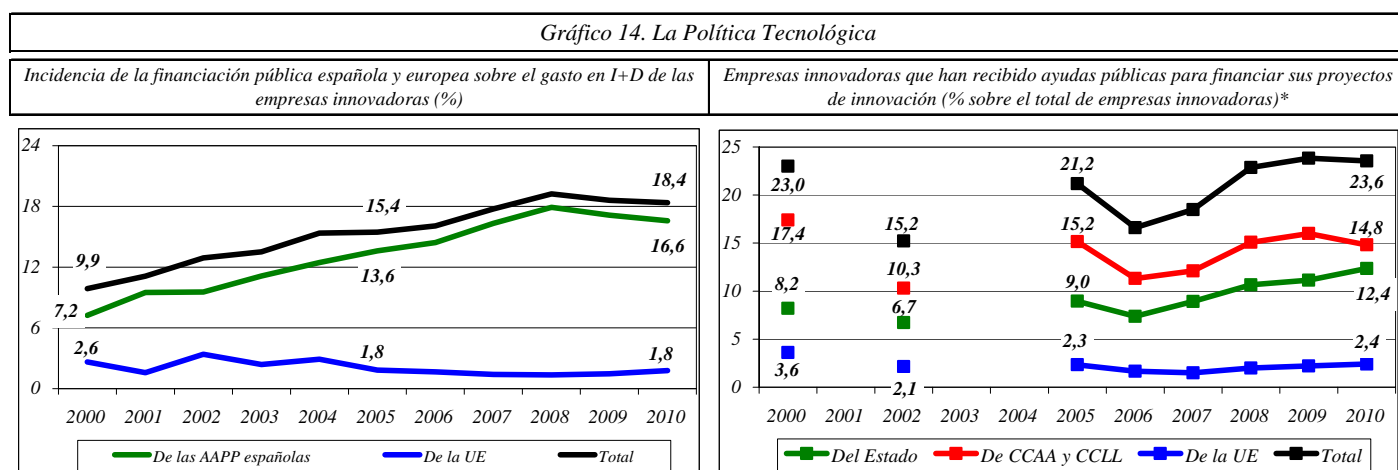
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

En lo que se refiere a las universidades, en cambio, ha habido una notable estabilidad en cuanto a la financiación de la investigación aportada por las Administraciones Públicas. La proporción correspondiente se ha mantenido próxima al 77 por ciento durante todo el período. Sin embargo, se han producido cambios reseñables en lo que atañe al papel de cada tipo de fuentes públicas, pues a un descenso de los fondos generales universitarios se ha añadido un aumento de los fondos para la financiación de proyectos específicos proporcionados tanto por el Estado como por las Comunidades Autónomas dentro de los programas que recoge el Plan Nacional de I+D y los planes autonómicos. La financiación europea se ha mantenido, en cambio, bastante estable en torno al cinco por ciento del total. Este giro hacia la financiación competitiva con cargo a las políticas de I+D es probable que haya inducido la mejora de la productividad de las instituciones universitarias a la que se ha aludido en un epígrafe anterior<sup>173</sup>.

<sup>173</sup> No se dispone de estudios de evaluación de las políticas referidas a la investigación científica más allá de algunos trabajos referentes a los intereses determinantes de la orientación seguida por algunas Comunidades Autónomas (véanse Fernández Mellizo-Soto, Sanz Menéndez y Cruz Castro, 2003; Romero, Cruz y Sanz Menéndez, 2003; y Sanz Menéndez y Cruz Castro, 2005) o de los resultados de algún programa específico, como la concesión de becas de formación de investigadores (véase, Fernández Esquinas, 2002). Esta carencia impide valorar la eficiencia con la que han asignado los recursos a la financiación de la I+D en los OPI y las universidades.

La financiación pública de la investigación e innovación en las empresas se ha desarrollado a partir de los diferentes programas de política tecnológica que se iniciaron a mediados de la década de 1980 en el Ministerio de Industria y que, finalmente, se integraron en el Plan Nacional de I+D. Las Comunidades Autónomas también desarrollaron este tipo de políticas, principalmente a partir de la década de 1990, de manera que sus actuaciones se han superpuesto con las del Estado, así como con las de la Unión Europea, inscritas éstas, sobre todo, en el Programa Marco. Durante el período que aquí se analiza, la evolución de todas estas fuentes de recursos para las empresas es la que se ha reflejado en el gráfico 14.

Lo primero que se destaca en dicho gráfico es que la incidencia de los recursos públicos sobre la financiación de la I+D empresarial ha sido creciente a lo largo de la década hasta que se desencadenó la crisis económica internacional, momento a partir del cual la ratio correspondiente experimentó un pequeño retroceso. Debe hacerse notar que el papel de la política tecnológica en esos años fue netamente superior al que se registró en los dos decenios anteriores (véase Buesa, 2003, pp. 265-267). Indudablemente, han sido las actuaciones de las Administraciones Públicas españolas las impulsoras de ese proceso —sin que, con la información que publica el INE, pueda delimitarse qué parte le corresponde al Estado y cuál a las Comunidades Autónomas—, pues los fondos europeos han sido, además de escasos, cada vez menos relevantes. No obstante, como muestra el panel derecho del gráfico, en lo que se refiere al número de empresas receptoras de las ayudas estatales, se constata que la mayor frecuencia corresponde a las administraciones regionales, seguidas de la estatal y, a gran distancia, de la europea. En conjunto, con variaciones anuales importantes, alrededor de una quinta parte de las empresas innovadoras han contado con fondos públicos para la financiación de sus proyectos de creación y adopción de nuevos conocimientos.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

\* Los porcentajes referidos al total no coinciden con la suma de los ítem parciales debido a que una misma empresa puede recibir ayudas a la innovación de varias Administraciones Públicas.

La política tecnológica ha adoptado diferentes modalidades de ayudas y distintos objetivos en su formulación. Las primeras se han concretado en la concesión a las empresas de incentivos fiscales, subvenciones y créditos en condiciones privilegiadas, tanto en lo que se refiere a los tipos de interés, como sobre todo al hecho de que se conceden sin la exigencia de garantías reales a sus receptores —lo que implica la

participación de la administración en los riesgos de los proyectos financiados—. Y los segundos se extienden desde el desarrollo de tecnologías en sectores concretos o inespecíficos a la realización de actividades de cooperación entre empresas o entre éstas y las instituciones de investigación científica. Los estudios de evaluación de estas políticas han destacado, entre sus principales resultados, los siguientes:

- La obtención de ayudas públicas ha estado asociada positivamente al tamaño de la empresa, a su nivel de inversión, a su facilidad para financiar la innovación y a su capacidad organizativa para el desarrollo de tecnologías exitosas en el mercado. En definitiva, se ha incentivado a las empresas que pudieran garantizar la viabilidad técnica y financiera de los proyectos de I+D+i (Herrera y Heijs, 2007). Se ha potenciado así a los innovadores establecidos, pero no se ha facilitado la emergencia empresas capaces de asumir el riesgo de la innovación.
- Por otro lado, la mayor parte de los estudios han encontrado la existencia de adicionalidad financiera en las políticas evaluadas, de manera que los recursos públicos implicados en ellas han complementado el esfuerzo realizado por las empresas. Ello ha sido así tanto en lo que respecta a los programas de subvenciones —evaluados desde una perspectiva sectorial (Callejón y García Quevedo, 2002) y también microeconómica (Herrera y Heijs, 2007; González y Pazó, 2008)—, como en lo que se refiere a los incentivos fiscales (Valadez, Heijs y Buesa, 2011) y a los créditos (Heijs, 2001). Ello no obsta para que, en algunos sectores o tipos de empresas se hayan podido constatar efectos de sustitución entre la financiación pública y la privada de los proyectos de I+D+i.
- Los programas de política tecnológica también han tenido efectos positivos de adicionalidad sobre los comportamientos y resultados de las empresas. Por ejemplo, los incentivos fiscales incrementan en un 20 por ciento la probabilidad de innovar (Valadez, Heijs y Buesa, 2011). Asimismo, la participación de las empresas en el Programa Marco de la UE ha tenido efectos intensos sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en ellas al incrementarse su inmovilizado inmaterial un 40 por ciento por encima del de las firmas que no han obtenido recursos europeos. Esas capacidades tecnológicas han determinado, a su vez, al cabo de cinco años, un incremento del 12 por ciento en la productividad de las empresas beneficiarias de la política europea (Barajas, Huergo y Moreno, 2009). También las políticas estatales de ayudas a las empresas han favorecido la cooperación de éstas en I+D con sus competidores, y las políticas regionales han hecho lo mismo en cuanto a la cooperación universidad-empresa, aunque los efectos de ambas han sido más bien modestos (Heijs y Buesa, 2007).
- Estos resultados favorables de las políticas tecnológicas, que avalan su existencia, no impiden reconocer en ellas fallos de diseño que limitan su impacto. Es el caso, por ejemplo, de los incentivos fiscales que se muestra ineficaz para una décima parte de las empresas innovadoras que podrían obtener deducciones del impuesto de sociedades pero no lo hacen (Valadez, Heijs y Buesa, 2011). Del mismo modo, el diseño de las políticas de cooperación en I+D ha dejado fuera de su ámbito la colaboración vertical de las empresas innovadoras con sus proveedores y clientes (Heijs y Buesa, 2007). O en el caso de las subvenciones, no se encuentra adicionalidad financiera en los sectores de alta tecnología (Callejón y García Quevedo, 2002).

En síntesis, se puede afirmar que la política tecnológica que se ha venido aplicando durante los últimos años presenta un balance en general positivo, aunque pudiera



mejorarse su diseño instrumental para explotar toda su potencialidad y también para inducir la entrada de nuevos agentes en el conjunto de las empresas innovadoras del país, aunque esto último, seguramente, sólo podrá ser resultado de su coordinación con una política industrial que promueva la emergencia de nuevas líneas de producción en las manufacturas y en los servicios.

## **7. Conclusiones**

Durante la primera década del siglo XXI el sistema nacional de innovación en España ha alcanzado una madurez, dimensión y complejidad claramente superior a la registrada en los dos decenios precedentes. El número de los agentes de ese sistema, tanto en el ámbito de la investigación académica, como en el de las empresas, ha crecido considerablemente. También lo han hecho los recursos empleados en las actividades de investigación e innovación, de manera que, en el caso de los OPI, han alcanzado una dimensión relativa muy próxima al promedio europeo; y en el de las universidades se han acabado ubicando muy próximos a éste. Sin embargo, no ha sido así en el caso de las empresas innovadoras, pues aunque la dimensión de sus actividades también ha crecido muy por encima de la media europea, al correspondiente proceso de convergencia le quedan aún muchos años para culminar. Puede afirmarse, por ello, que el SNI español adolece todavía de una importante debilidad en este segmento empresarial.

La madurez del sistema en lo que concierne a la investigación científica se refleja en las relaciones que mantienen las universidades y los OPI con las empresas, de manera que la financiación de la investigación científica por éstas tiene dimensiones similares a las que se constatan en los países europeos. El tópico que afirma la insuficiencia de las relaciones ciencia-industria en España carece, por ello, de fundamento. Esa madurez se plasma también en la gran ampliación que ha experimentado la participación española en la producción científica mundial. Pero debe anotarse inmediatamente que tal logro lo ha sido principalmente de las universidades, al haberse incrementado de manera muy apreciable su productividad. Pero no ha sido así en el caso de los OPI, donde, en términos agregados, la productividad científica ha ido en retroceso durante un buen número de años. Ello denota la existencia de importantes ineficiencias en este sector, lo que no sorprende si se tiene en cuenta que, como se ha señalado desde la economía de la innovación, salvo en unas pocas áreas y disciplinas científicas, la creación de centros y organismos de investigación dependientes de las Administraciones Públicas es una mala solución institucional. Por lo demás, las ineficiencias también afectan, a pesar de sus resultados crecientes, a las universidades.

El sector empresarial innovador es, en España, débil, principalmente porque el país no ha logrado consolidar una ampliación de los sectores de alta tecnología en la generación de valor añadido y cuenta, por ello, con un elenco de firmas innovadoras que, en términos relativos, se desenvuelve en torno a la mitad del promedio europeo. Las empresas también ha realizado un esfuerzo considerable para ampliar los recursos que destinan a la creación de conocimientos. Y, como fruto de ese esfuerzo, han mejorado sus resultados en términos de patentes o de participación de las innovaciones, sobre todo de las de carácter radical, en su cifra de negocios. Pero tales resultados son aún muy inferiores a los que se reflejan en los indicadores europeos sobre esta materia. En consecuencia, España mantiene un importante nivel de dependencia tecnológica del exterior que se expresa en los pagos por royalties y rentas de la propiedad industrial, así

como en la participación de las importaciones de bienes de equipo en la Formación Bruta de Capital Fijo.

La maduración del SNI en España se ha reflejado también en la política científica y tecnológica. Los recursos utilizados por ésta, que casi se han duplicado en la última década, alcanzan ya un nivel relativo asimilable al del promedio europeo. Pero el centro de sus prioridades aparece anclado en la financiación de las instituciones científicas, sin atender suficientemente a las empresas. Ello no significa que éstas no hayan visto crecer las ayudas que, bajo diferentes programas nacionales y regionales de política tecnológica, reciben de las Administraciones Públicas. Pero el problema estriba en que la acción de los poderes públicos no ha atendido al objetivo de hacer emerger nuevas empresas innovadoras y se ha centrado subsanar los fallos de mercado que afectan a la asignación de recursos en las ya existentes. Por lo demás, los estudios de evaluación que se ha realizado en estos años muestran que los efectos de esa política tecnológica han sido, en general, positivos para el sistema, sin que ello oculte algunas deficiencias de diseño que pueden mejorarse. No ha habido, en cambio, estudios de evaluación sobre la política científica. Ésta se ha desarrollado bajo la premisa de que todos los recursos destinados a la financiación de las instituciones científicas están justificados, sea cual sea el esfuerzo que se haga para proveerlos. Sin embargo, las ineficiencias que se han podido estudiar en el caso de las universidades, por una parte, y la disminución de la productividad de los investigadores en los OPI, a la que ya se ha aludido, desmienten esa premisa y hacen urgente un replanteamiento del modo como se asignan los recursos públicos en este terreno.

## Referencias Bibliográficas

- Arrow, K. (1962): "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention"; incluido en el libro del autor *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, Princeton University Press. Se cita de la traducción española: "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención"; incluido en N. Rosenberg: *Economía del cambio tecnológico*, 1979, pp. 151-167, México, Fondo de Cultura Económica.
- Barajas, A. , Huergo, E. y Moremo, L. (2009): *Impacto económico de la participación en el Programa Marco de I+D. Evidencia empírica para el caso de las empresas españolas*, Documento de Trabajo 08, Madrid, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.
- Buesa, M. (2003): "Ciencia y tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación", *Información Comercial Española*, nº 811, Diciembre, pp. 235-272, Madrid.
- Buesa, M. (2009): "Economía de la innovación. Enfoque evolucionista"; incluido en V. Bote, L. Escot y J. A. Fernández: *Pensar como un economista. Homenaje al profesor Andrés Fernández Díaz*, 2009, pp. 605-634, Madrid, Delta Publicaciones.
- Buesa, M. (2010): *La crisis de la España fragmentada. Economía política de la era Zapatero*, Madrid, Ediciones Encuentro.
- Buesa, M. y Molero, J. (1988): *Estructura industrial de España*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Buesa, M. y Molero, J. (1989): *Innovación industrial y dependencia tecnológica de España*, Madrid, Eudema.
- Buesa, M. y Molero, J. (1998): *Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*, Madrid, Editorial Civitas.
- Buesa, M. , Heijs, J. , Martínez Pellitero, M. y Baumert, T. (2006): "Regional Systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case", *Technovation*, vol. 26, nº 4, Abril, pp. 463-472, Nueva York.
- Buesa, M. , Heijs, J. y Baumert, T. (2010): "The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach", *Research Policy*, vol. 39, nº 6, Julio, pp. 722-735, Brighton.
- Buesa, M. , Navarro, M. y Heijs, J. (2007): "Medición de la innovación: indicadores regionales", incluido en M. Buesa y J. Heijs (Coordinadores): *Sistemas regionales de innovación. Nuevas formas de análisis y medición*, 2007, pp. 91-142, Madrid, Fundación de las Cajas de Ahorros.
- Cabrillo, F. , Biazzi, R. y Albert, R. (2011): *Libertad económica en España 2011*, Zizur Menor (Navarra), Civitas y Thomson Reuters.
- Callejón, M. y García Quevedo, J. (2002): *Las ayudas públicas a la I+D empresarial. Un análisis sectorial*, Document de Teball 2002/6, Barcelona, Institut d'Economia de Barcelona
- Dasgupta, P. y David, P. (1987): *Priority, Secrecy, Patents and the Socio-economic of Science and Technology*, Stanford University Research, Publication nº 127.
- Dosi, G. (1988): "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, nº 3, Septiembre, pp. 1120-1171, Pittsburgh. Se cita de la traducción española: "Fuentes, métodos y efectos microeconómicos de la innovación", *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, nº 22, 1992, pp. 269-331, Bilbao.
- European Commission (2012): *Innovation Union Scoreboard 2011*, Bruselas, European Union. Disponible en [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf)
- FECYT (2012): *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología 2012*, Madrid, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fernández Esquinas, M. (2002): *La formación de investigadores científicos en España*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Fernández Mellizo-Soto, M. , Sanz Menéndez, L. y Cruz Castro, L. (2003): "Diseño institucional y preferencias políticas: o cómo equilibrar los intereses académicos en la política de ciencia, tecnología e innovación gallega", *Inguruak, Revista vasca de Sociología y Ciencia Política*, nº 35, Mayo, pp 33-68, Bilbao.
- Foray, D. (1991): "Économie et politique de la science : les développements théoriques récents", *Revue Française d'Économie*, vol. 6, nº 4, pp. 53-87, Paris.
- Fundación COTEC Para La Innovación Tecnológica (2012): *Tecnología e Innovación en España. Informe Cotec 2012*, Madrid. Fundación Cotec.
- Fundación CYD (2012): *Informe CYD 2011*, Barcelona, Fundación Conocimiento y Desarrollo.
- Furman, J. L. , Porter, M. y Stern, S. (2002): "The determinants of national innovative capacity", *Research Policy*, vol. 31, nº 6, Agosto, pp. 899-933, Brighton.

- González, X. y Pazó, C. (2008): “Do public subsidies stimulate private R&D spending?”, *Research Policy*, vol. 37, nº 3, Abril, pp. 371-389, Brighton.
- Griliches, Z. (1979): “Issues in assessing the contribution of R&D productivity growth”, *Bell Journal of Economics*, vol. 10, nº 1, pp. 92-116, Santa Monica.
- Griliches, Z. (1990): “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, Diciembre, pp. 1661-1707, Pittsburgh. Se cita de la traducción española: “Estadísticas de patentes como indicadores económicos: una panorámica”, *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, nº 23, 1992, pp. 265-320, Vitoria.
- Heijs, J. (2001): *Política tecnológica e innovación. Evaluación de la financiación pública de I+D en España*, Madrid, Consejo Económico y Social.
- Heijs, J. y Buesa, M. (2007): *La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales.
- Heijs, J., Buesa, M. y Baumert, T. (2007): “Sistemas nacionales de innovación: conceptos, perspectivas y desafíos”; incluido en M. Buesa y J. Heijs (Coordinadores): *Sistemas regionales de innovación. Nuevas formas de análisis y medición*, 2007, pp. 17-64, Madrid, Fundación de las Cajas de Ahorros.
- Hernández Armenteros, J. y Pérez García, J. A. (2011): “Problemas de eficiencia del sistema universitario público español”, incluido en Fundación CYD: *Informe CYD 2010*, 2011, pp. 121-132, Barcelona, Fundación Conocimiento y Desarrollo.
- Herrera, L. y Heijs, J. (2007): “Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación”, *Revista de Economía Aplicada*, nº 44, Otoño, pp. 177-197, Zaragoza.
- López García, S. (1997): “El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). I Parte: Las instituciones precedentes”, *Arbor*, nº 619, Julio, pp. 201-238, Madrid.
- López García, S. (1998): “El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). II Parte: La organización y la financiación”, *Arbor*, nº 625, Enero, pp. 1-44, Madrid.
- López García, S. (1997): “El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). III Parte: La investigación científica y tecnológica”, *Arbor*, nº 637, Enero, pp. 1-32, Madrid.
- Nelson, R. (1959): “The simple economics of basic scientific research”, *Journal of Political Economy*, nº 67, Junio, pp. 297-306, Chicago. Se cita de la traducción española: “La economía sencilla de la investigación científica básica”; incluido en N. Rosenberg: *Economía del cambio tecnológico*, 1979, pp. 136-150, México, Fondo de Cultura Económica.
- Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass. ), Belknap Press / Harvard University Press.
- OECD (1994): *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T. Canberra Manual*, Paris.
- Pavitt, K. (1991): “¿Dónde reside la utilidad económica de la investigación básica?”, *Arbor*, nº 546, Junio, pp. 31-56, Madrid.
- Pérez García, F. Y Serrano Martínez, L. (Directores) (2012): *Universidades, universitarios y productividad en España*, Bilbao, Fundación BBVA.
- Porter, M. E. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*, Barcelona, Plaza & Janés Editores.
- Romero, M., Cruz, L. y Sanz Menéndez, L. (2003): “Estabilidad y cambio en las políticas andaluzas de ciencia, tecnología e innovación”, *Revista Internacional de Sociología*, Tercera Época, nº 35, Mayo-Agosto, pp. 7-51, Córdoba.
- Romero De Pablos, A. y Santesmases, M. J. (Editores) (2008): *Cien años de política científica en España*, Bilbao, Fundación BBVA.
- Sanz, L. y Cruz-Castro, L. (2003): “Coping with environmental pressures: Public Research Organizations responses to funding crisis”, *Research Policy*, vol. 32, nº 8, Septiembre, pp. 1293-1308, Brighton.
- Sanz Menéndez, L. y Cruz Castro, L. (2005): “Explaining the science and technology policies of regional governments”, *Regional Studies*, vol. 39, nº 7, Octubre, pp. 939-954.
- Schumpeter, J. A. (1911): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Leipzig, Duncker-Humboldt. Se cita de la traducción española: *Teoría del desenvolvimiento económico*, 1944, México, Fondo de Cultura Económica.
- Schumpeter, J. A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, Nueva York, Harper & Brothers. Se cita de la traducción española: *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, 1984, Barcelona, Folio.
- Valadez, P., Heijs, J. y Buesa, M. (2011): “La incidencia de los incentivos fiscales a la I+D+i: el caso de la industria manufacturera española”, *Papeles de Economía Española*, nº 127, pp. 243-261, Madrid.

.

## **CAPITULO 6. FALLOS SISTÉMICOS Y DE MERCADO: EL CASO DE ESPAÑA**

### **1. Introducción**

En este capítulo se pretende profundizar, desde un enfoque cualitativo, en la identificación y análisis de los problemas que causan el mal funcionamiento del sistema español de innovación. En realidad se presentan de alguna forma las fortalezas y debilidades de este sistema enmarcado dentro del marco teórico de los sistemas de innovación y más concretamente de los fallos “sistémicos”. Estos fallos, como se argumentara en ese trabajo, impide que la política de I+D+i tenga un impacto satisfactorio, y obstaculizará que el creciente esfuerzo financiero de la política de I+D+i se traduzca en un progreso hacia la excelencia, relevancia y utilización de los resultados en el sistema productivo. Muchos de estos fallos se ha identificado ya hace décadas pero ni los políticos ni los gestores han tomado medidas drásticas para resolver las ineficiencias detectadas.

In 1528 el rector de la Universidad de Salamanca y Valladolid pide al Emperador Carlos V que no convierta los Cátedras en puestos perpetuos ya que entonces no tendrían de ser perpetuas se syguen muchos ynconvninentes” ..... ”y no tienen cuydado de estudiar ni aprovechar alos estudiantes”. Además siguen el texto “e de ser tenporales se syugen muchos provechos” Esta “suplica” del rector de la Universidad de Salamanca y Valladolid en 1528 al Emperador Carlos V<sup>174</sup> sería solo un ejemplo de los fallos sistémicos del sistema español de innovación que se analizan en este artículo y, como se puede observar, no es un tema nuevo. De hecho muchos problemas tratados aquí se han enquistado desde ya décadas sin la voluntad (por parte de la política y de los agentes del sistema de innovación) de resolverlos de forma tajante. La actual crisis y los correspondientes recortes y falta de financiación han generado un debate respecto a la eficiencia del gasto, lo que convierte estos problemas en un tema cada vez más relevante. No obstante, a pesar de los problemas financieros, apenas se han avanzado en su solución.

En el trabajo anterior, Mikel Buesa (2012\*)<sup>175</sup> refleja los grandes rasgos del sistema español de innovación a partir de una aproximación cuantitativa donde ya apunta a algunos de los problemas básicos. Existen fallos en el sistema español de producción y de innovación que dificultan el desarrollo tecnológico, la absorción de nuevas tecnologías y el aprendizaje, lo que implica un bajo nivel de eficiencia del sistema español de innovación reconocido en diversos trabajos (Sebastián/Ramos, 2011, Heijs, 2010; ERA-watch 2009/2010; Hernández/Perez, 2010). En este artículo se pretende profundizar, desde un enfoque cualitativo, en la identificación y análisis de estos problemas<sup>176</sup> que causan el mal funcionamiento del sistema español de innovación. En realidad se presentan de alguna forma las fortalezas y debilidades del sistema español de innovación (SEI) enmarcado dentro del marco teórico de los sistemas de innovación y

---

<sup>174</sup> Tomado de las actas de las Cortes de Castilla y León y transcrito tal como se refleja en las actas:

<sup>175</sup> En este trabajo se cita repetidamente a Buesa 2012\*se trata de su artículo incluido en este mismo número de ICE

<sup>176</sup> El artículo, debido a las limitaciones de espacio, recoge solo los problemas más importantes

más concretamente de los fallos “sistémicos”. Estos fallos, como se argumentara en ese trabajo, impide que la política de I+D+i tenga un impacto satisfactorio, y obstaculizará que el creciente esfuerzo financiero de la política de I+D+i se traduzca en un progreso hacia la excelencia, relevancia y utilización de los resultados en el sistema productivo. De hecho solo ha conseguido perpetuar y agigantar algunas de las ineficiencias existentes de las cuales algunas, como acabamos de mencionar, existen desde 1528.

## **2. Fallos sistémicos y de mercado: una aproximación teórica**

El concepto de fallos o problemas sistémicos<sup>177</sup> se basa en la teoría de los sistemas de innovación que, a su vez, encuentra sus raíces en la teoría evolucionista y en el modelo interactivo de innovación. En realidad se trata del mal funcionamiento del propio proceso de I+D y de la interacción entre los agentes del SNRI<sup>178</sup>. Esta visión centra su atención en los problemas de articulación de los distintos agentes referidos a su capacidad de gestión, reconocimiento de oportunidades y amenazas tecnológicas y a su capacidad de acceder e integrar la información externa con el conocimiento interno (Vence, 2007; Metcalfe, 2003). Un sistema está constituido por un conjunto de elementos y por las relaciones entre ellos. Un sistema (de innovación) sería una constelación social, dinámico e interdependiente con un amplia gama de actividades de I+D+i (generación, reproducción, aplicación, retroalimentaciones y aprendizaje). El desarrollo tecnológico de las empresas no sólo depende de factores individuales sino de la interacción y sinergia de distintos factores del sistema o entorno. La propia empresa forma parte de un entorno que se puede definir como un sistema interdependiente. El sistema es abierto y heterogéneo (diversidad) y el aprendizaje y la transferencia tecnológica -en muchas ocasiones en forma de externalidades no pretendidas- no conoce fronteras. La causalidad acumulativa, y los círculos virtuosos o viciosos, son característicos del desarrollo económico de una región y resultan especialmente importantes en el caso de las actividades de I+D+i que son de una complejidad muy alta con un componente de aprendizaje individual y colectivo muy importante.

La teoría evolucionista reconoce los fallos de mercado (véase más adelante) pero los considera más bien como obstáculos inherentes al propio proceso de innovación y cambio tecnológico que dificultan el buen funcionamiento del sistema de innovación. No los consideran como el resultado de un mal funcionamiento de los mecanismos del mercado neoclásico en la búsqueda de un equilibrio natural. Como indica Lundvall, “Cuando se trata de conocimiento, las deficiencias del mercado son la regla y no la excepción”(1992, p. 18). La teoría evolucionista reconoce, además de los fallos de mercado, los fallos sistémicos. No es tanto la divergencia entre los beneficios privados y sociales sino el mal funcionamiento del sistema de innovación por sí mismo, el que dificulta el desarrollo de ciertos tipos de innovación y conocimientos científicos. Los fallos sistémicos están basados la falta de capacidades de los agentes individuales del SNRI y/o en combinación con el funcionamiento no-óptimo de la interacción entre ellos. Por consiguiente, revelan el comportamiento inadecuado e ineficiente del sistema de innovación. En realidad estos tipo de fallos son los desacoplamientos (mismatches) entre los elementos del SNRI y

---

<sup>177</sup> Basado básicamente en Woolthuis et al (2005); Smith (2000); Smits/Kuhlmann (2004); Autio et al (2008)

<sup>178</sup> Sistema Nacional y Regional de Innovación

pueden existir aunque la inversión en I+D fuera óptimo y no existieran fallos de mercado. Por ello también los fallos sistémicos justifican las políticas de I+D+I. A continuación analizaremos desde un punto de vista teórico las distintas formas de fallos sistémicos a base de la siguiente taxonomía<sup>179</sup>.

- Fallos de las capacidades individuales (F1a) y colectivas (F1b)
- Fallos institucionales formales (F2a) e informales (F2b)
- Fallos de interacción, coordinación y redes (F3)
- Fallos infraestructurales respecto la Ciencia y Tecnología (C&T) (F4)
- Fallos de relevancia y acoplamiento (F5).
- Fallos contextuales (F6)

**Los fallos de las capacidades (F1)** (Smith, 1999; Breschi/Malerba, 1997) se refieren a las limitaciones de la capacidad tecnológica y comercial los agentes o actores individuales (Fallo de capacidad individual, F1a) de forma colectiva como sector, área tecnológica, región (Fallo de capacidad colectiva, F1b). Se refieren a la incapacidad de los posibles innovadores (gestores empresariales o científicos) para desarrollar nuevas innovaciones o absorber y/o integrar tecnologías externas, lo que se expresa en la falta de la capacidad de aprendizaje y absorción. El fallo de capacidad colectiva (fallo de capacidad de aprendizaje colectivo; Breschi/Malerba, 1997) al nivel de las regiones o países se expresa a partir de un cambio estructural deficiente hacia sectores de media alta tecnología. Respecto a ambos tipos (individual y colectivo) se distingue una forma específica del fallo de capacidad nominado como *fallo de transformación (Smith, 2000)*. Este caso se refiere a las capacidades tecnológicas de los agentes individuales (empresas, científicos, universidades etc. ), de los sectores o del SNRI para adaptarse a los cambios tecnológicos profundos. En el momento de tales cambios podría prevalecer el paradigma tecnológico antiguo y obsoleto debido a la falta de capacidades tecnológicas necesarias para el cambio y por el dominio de los intereses “antiguos” a través de la oposición de algunos agentes poderosos proveedores de las tecnologías antiguas. Este problema de adaptación se conoce también como problema de encerramiento o de dependencia de la trayectoria del pasado (Edquist et al, 1998)<sup>180</sup> derivada de la inercia socio-tecnológica. Esta inercia se genera ya que en las empresas y escuelas técnicas se han aprendido ciertas tecnologías y rutinas y también los altos cargos en el poder están especializados en la correspondiente técnica. Una vez que se cambian de tecnologías, no pueden adaptarse fácilmente (path dependency) y tienen cierto poder de frenar el cambio tecnológico que podría afectar a su estatus y poder. El fallo de encerramiento (lock-in) está relacionado con este problema. En este caso no solo se trata de la oposición a los cambios sino que se debe al hecho que las empresas y/u otros agentes están ciegos a las tendencias nuevas que influyen sobre sus actividades (Carlsson y Jacobsson, 1997).

**Los fallos institucionales (F2)** se refieren a la forma de la organización legal e informal del sistema de innovación. Donde se distingue entre -2a- los fallos institucionales formales o duros como las leyes, normas y regulaciones formales y obligatorias (Smith, 1999; Edquist et al, 1998; Johnson and Gregerson, 1994) versus los fallos institucionales

<sup>179</sup> Basado sobre todo en los trabajos de Woolthuis (2005) y Smith (1999)

<sup>180</sup> En inglés se usa los conceptos “Lock-in” y “path dependency”



informales o blandos –F2b– como las costumbres sociales y culturales (Johnson and Gregerson, 1994, Carlsson/Jacobson, 1997; Smith, 1999). Es decir, existen características inadecuadas en las instituciones informales o tácitas, como los valores culturales, sociales y políticos, que serían los fallos institucionales informales. Debido a estos fallos, a veces muy incrustados, resulta difícil reconfigurar las instituciones del SNRI para que funcionen de forma más eficiente y efectiva (Carlsson and Jacobson, 1997). Especialmente porque los fallos formales e informales (duros y blandos) son frecuentemente complementarios. Por ejemplo, fallos institucionales “duros” podrían ser la falta de regulación y mecanismos que garantizan la excelencia basada, entre otros, en mecanismos inadecuados de selección de investigadores, falta de liderazgo y planificación, la falta de selección prioridades o la falta de incentivos de productividad. Mientras que, los fallos blandos se insertan en la cultura que protege y discrimina positivamente a los colaboradores sin considerar sus méritos. Es decir, una cultura perversa donde los agentes no tienen reparos en aprovecharse de los fallos institucionales formales.

**Fallos de interacción (coordinación y redes) (F3)** (Carlsson and Jacobson, 1997; Autio et al, 2008). Este fallo se refiere a las interacciones entre los agentes y organismos. Como la falta de mecanismos adecuados que aseguran la interacción que a su vez impide el uso óptimo de los conocimientos complementarios y la creación de sinergias (Carlsson/Jacobson, 1997; Breschi/Malerba, 1997). Un fallo de “redes” ocurre cuando la actividad de los distintos agentes está muy mal coordinada, entre otras causas, debido a la falta de interacción y/o una interacción inadecuada. El fallo en las “redes” está asociada con la inadecuada difusión de las nuevas tecnologías innovación y con las prácticas sociales necesarias para su implantación (Hargrave and Van de Ven, 2006). Debido a la importancia de la difusión de tecnologías, los efectos de desbordamiento (externalidades o spillovers) y la interdisciplinariedad creciente se debe asegurar y promover la interacción entre agentes de un SNRI enfocada hacia los objetivos de competitividad y crecimiento a largo plazo (Salmenkaita and Salo, 2002). Las redes basadas en la interacción recíproca y en la confianza mutua no surgen de forma espontánea, sino requieren un esfuerzo deliberado para la creación de conexiones entre los agentes. Para facilitar estas conexiones se requieren la creación de un capital social (Nahapiet and Ghoshal, 1998; Salmenkaita y Salo, 2002). La corrección de estos fallos supone la mejora de la interacción, generando de esta forma sinergias debido a las complementariedades y el aprendizaje mutuo o colectivo, siendo estos aspectos inherentes al concepto de sistemas de innovación. Es decir, la interacción y/o las redes son un componente básico para el aprendizaje mutuo y colectivo. La creación de asociaciones o comunidades de agentes y políticas de clúster pueden ayudar superar este problema. Pero solo tendrán éxito si estas redes son abiertas y buscan actuaciones en la vanguardia y no se convierten en organizaciones conservadores para proteger los derechos e intereses existentes. En este último caso hipotético se hablaría de una combinación de fallos de interacción (F3) y fallos de transición (F1b).

**Fallos infraestructurales con respecto a la C&T** (F4, Smith, 1999; Edquist et al, 1998) En este caso se alude a los problemas relacionados con la infraestructura científica y tecnológica (C&T) disponible (equipamiento e instalaciones físicas de C&T). Estas infraestructuras tienen un importante papel para la transferencia tecnológica y en la conversión de los resultados científicos en innovaciones para el

mercado. Por lo que es importante ajustarla a las necesidades del sistema productivo<sup>181</sup>. La importancia de una buena infraestructura de Ciencia y Tecnología (C&T) se deriva, como se indica más adelante, de los fallos de mercado y se justifica en la necesidad de crear una masa crítica y generar así externalidades para el sistema productivo en su conjunto. Debido a las ventajas de escala y alas indivisibilidades, se requieren inversiones muy cuantiosas que impiden la creación de infraestructuras de C&T por parte de las empresas individuales, por lo que la inversión pública debe solucionar este fallo. **Los fallos infraestructurales** se refieren no solo a la ausencia sino también al mal funcionamiento de la infraestructura de C&T. Es decir, una infraestructura física inadecuada debido, entre otros elementos, a la falta de excelencia y eficiencia. Además la infraestructura debe ofrecer instalaciones y equipos que se ajusta a las necesidades del sector científico y/o el sistema productivo evitando así infraestructuras obsoletas o no adaptadas a las necesidades del mercado. Es decir podría existir un fallo de relevancia (F5) conocido también como el “efecto de Catedral en el Desierto”.

**Fallos de relevancia y acoplamiento (F5).** La actividad innovadora debe ser aplicable y útil para el sistema productivo o para ayudar resolver problemas sociales (como enfermedades, protección de medio ambiente etc...). En el caso de que las actividades y sus resultados no sean aptos o útiles para el sistema social y económico en su conjunto, se hablaría de un fallo de relevancia o desacoplamiento. Un ejemplo sería un plan de estudios que no se acopla a las necesidades labores del mercado.

El sexto tipo de fallo sistémico alude a **los fallos contextuales (F6)** que identifican aquellos aspectos del contexto (no directamente relacionados con el sistema de innovación) sobre los que no se puede influir de forma fácil pero que afectan de forma indirecta al sistema de innovación. Como podría ser la estructura productiva (PYMES versus multinacionales), el marco macro económico, el PIB per cápita, etc.

Muchos de los fallos sistémicos y de mercado interactúan entre si y sus manifestaciones se solapan. Las diferencias entre los distintos fallos sistémicos son puramente analíticas para permitir su estudio ya que en la práctica hay cierto solapamiento o interdependencia entre ellos. Como acabamos de observar el fallo de relevancia y desacoplamiento (F5) podría producirse debido a la existencia de infraestructuras inadecuadas (F4 - fallos infraestructurales). Además parte de este falta de relevancia puede deberse a que las infraestructuras no interactúan de forma adecuada con otros agentes (F3). En el análisis de las debilidades y fallos sistémicos de España se ejemplificará este solapamiento con casos concretos.

Además de los fallos sistémicos, se identificarán también algunos problemas relacionados con **los fallos de mercado**. Éstos enfatizan el problema de incentivos y los recursos. La existencia de los fallos de mercados se deriva de la teoría neoclásica y se alude a ellos a aquellas situaciones donde los requisitos de un mercado perfecto no se cumplen, lo que impide, según esta teoría, la asignación óptima de los recursos (inversiones). En el caso de las innovaciones o inversiones en I+D estos fallos son más bien la regla que la excepción, son muy importantes y causan, en general, una inversión demasiado baja en innovación. La I+D+i resulta ser un bien indivisible que requiere una inversión inicial costosa (masa crítica y ventajas de escala), su nivel de apropiación es en general muy bajo y además existe un campo de información imperfecta, un alto nivel de riesgo

---

<sup>181</sup> Este aspecto también se referiría al fallo de relevancia y acoplamiento.

económico y comercial y por ello implica mucha incertidumbre. El primero de los fallos de mercado, conocido como **ventajas de escala e indivisibilidad (FM1a)**, es especialmente problemático en el caso de la I+D e innovación. Debido a los costes de entrada en el mercado de la innovación y a la larga duración de los proyectos de I+D se requiere una **masa crítica mínima (FM1b)**. Esta indivisibilidad basados en los altos costes de iniciar el proceso de I+D implicaría que solamente algunas empresas grandes puedan iniciar tales actividades y monopolizar el mercado. Al mismo tiempo las regiones o países que no disponen de empresas grandes y cuyo sistema productivo consiste básicamente de PYMES no tendrían de tales facilidades. El segundo fallo de mercado se basa en los conceptos de **bienes públicos y externalidades y en el problema de apropiabilidad (FM2)** que parten de la misma idea global. El conocimiento, en muchos casos, es un bien fácil de copiar (*bien público*) y su uso y comercialización, debido a la imitación y el plagio o pirateo, no está limitado a aquellos agentes económicos que lo crean y producen (*problema de apropiabilidad*) lo que genera efectos de desbordamiento (*externalidades*) en aquellos agentes que se aprovechan del progreso tecnológico sin aportar a su financiación. El tercer tipo de fallo de mercado sería **la información imperfecta y la incertidumbre (FM3)**. La asimetría de información dificulta el mecanismo coordinador neoclásico del mercado perfecto. El proceso de innovación se desarrolla dentro de un marco dinámico con alto nivel de incertidumbre debido al hecho de que la información está distribuido de manera asimétrica por lo que su desarrollo y toma de decisiones está basada en expectativas con un componente especulativo. Existe falta de información y, por lo tanto, incertidumbre respecto: (1) al éxito futuro y la aplicabilidad y relevancia de la tecnología; (2) los precios y/o costes finales y (3) el potencial de los mercados virtuales de futuro. Este mercado, a su vez, depende en gran parte del precio final y de las posibles amenazas de tecnologías sustitutorias futuras, siendo este aspecto casi totalmente desconocido (debido al secretismo respecto a las actividades innovadores de los competidores). Además la aceleración de los avances tecnológicos en los últimos 20-30 años ha reducido el período que tiene el inversor en rentabilizar sus inversiones.

En las siguientes páginas se analizan las debilidades y fortalezas del sistema español de innovación (SIE) refiriéndose a los fallos de sistema o del mercado anteriormente indicados. Se estudian cuatro aspectos globales del sistema de innovación: el contexto general, el sistema empresarial de I+D+i, el sistema público de I+D+i (organismos públicos de investigación y universidades) y las políticas de I+D+i (instrumentos para la promoción de I+D+i).

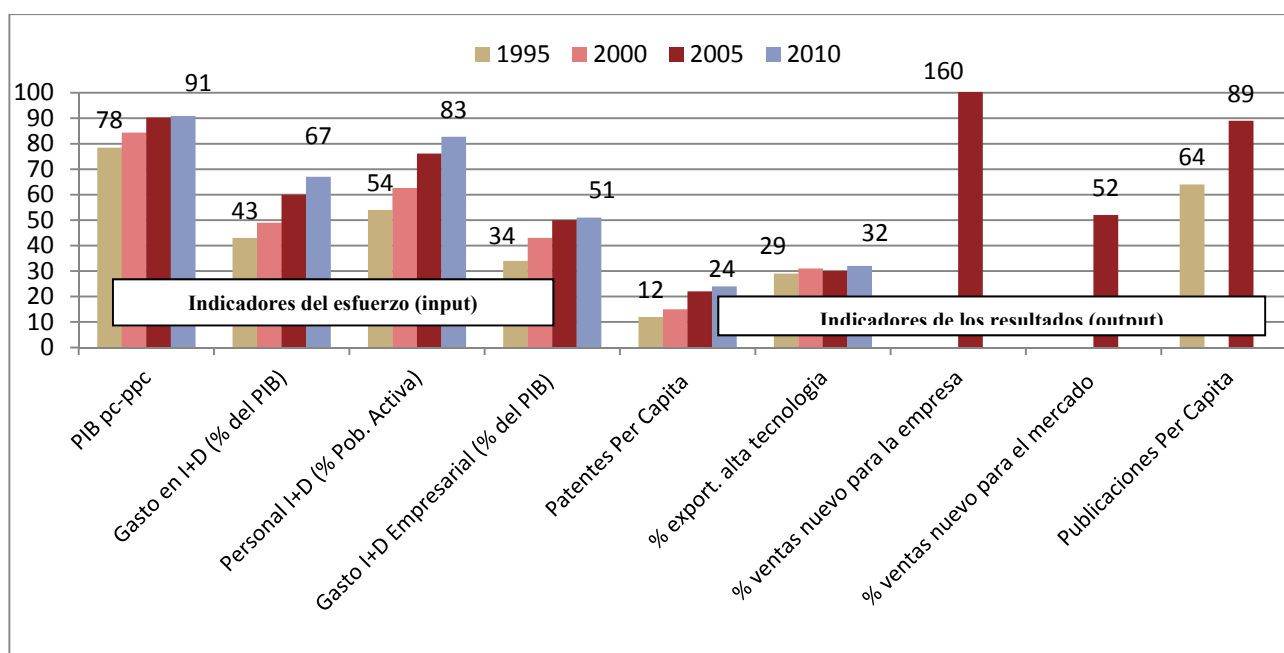
### **3. Los fallos en el sistema español de innovación**

#### **3. 1. Entorno general**

Hoy en día no existe duda que la salida de España de la crisis y la recuperación de su competitividad debe fundamentarse en el cambio tecnológico. La necesidad del avance tecnológico para la economía española se ha visto reforzada de forma sustancial por cambios en su marco macroeconómico. En las últimas décadas España ha convergido mucho con los países más avanzados en Europa en términos de su PIB per cápita. Antes de la crisis, en el 2008, este indicador se encontraba alrededor del 91% de la media de la

Unión Europea 15<sup>182</sup> mientras que en términos de innovación España está al 55%-60% de esta media (Véase gráfica 1). Es decir, aparentemente la convergencia económica ha sido más fácil de conseguir que la convergencia tecnológica. Esto último queda pendiente y dificulta la salida de la crisis. Este retraso tecnológico es el resultado del modelo de crecimiento español de los últimos 10-15 años basado en sectores de bajo nivel tecnológico y del “ladrillo” mientras que el sistema productivo en su conjunto no ha apostado por un modelo basado en la economía del conocimiento (F1b). España ha tenido en los primeros 10 años de este siglo un crecimiento superior a la media europea gracias a: unos tipos de interés bajos, políticas fiscales, fondos europeos y la llegada de inmigrantes.

**Tabla1. Retraso tecnológico de España respecto a la Unión Europea<sup>183</sup>**  
Valores en porcentaje de la media Europea (EU = 100)



Fuente: Elaboración propia a partir de EUROSTAT. (Los datos para 2010 son los últimos disponibles después del 2007: PPC: paridad de poder de compra)

Ya en el 2006 el gobernador del Banco de España BE, Miguel Ángel Fernández Ordóñez<sup>184</sup> indicaba que el talón de Aquiles de la economía española es el bajo crecimiento de la productividad, el progresivo endeudamiento de las familias, la acumulación de diferenciales de inflación, el altísimo déficit exterior y la falta de

<sup>182</sup> Se trata de los 15 países de la UE antes de su ampliación hacia Europa del este. Ya que incluye, en términos generales, los países más avanzados de la EU que deberían ser el punto de referencia para España. El PIB per cápita se refleja en términos de paridad de poder de compra una forma de medición que tiene en cuenta las diferencias en precios.

<sup>183</sup> Se ha optado por presentar el nivel de España en el esfuerzo innovador y el PIB per cápita respecto a los países más avanzados de la Unión Europea (EU-15 o Zona EURO). Respecto a los resultados de la I+D solamente se dispone de datos de la EU-27, lo que implica que posiblemente la distancia tecnológica en este caso con relación a los países de la UE-15 o Zona EURO es todavía mayor que la reflejada en el gráfico.

<sup>184</sup> Fernández Ordóñez en su comparecencia ante la Comisión de Presupuestos del Senado el 23 de noviembre 2006.

competitividad internacional. Lo que confirmaba que ya antes de la crisis existía un panorama nada alentador para el futuro. El alto nivel de autocomplacencia en los años de bonanza la economía española, pese a su fuerte crecimiento, estaba ocultando el problema de una precaria competitividad y ha impedido dar los pasos necesarios para afrontar un cambio de ese modelo que mostraba ya en el 2006 signos evidentes de agotamiento (Fernández Ordóñez, 2006). La mejora de la competitividad sólo se resuelve con la aplicación de políticas lentas y a largo plazo, como la mejora del capital humano o la inversión en I+D+i. Es verdad que, que los recursos financieros u humanos en I+D ha aumentado sustancialmente y que, especialmente en el periodo 2006-2010, el gobierno español ha apostado fuertemente por la innovación pero los resultados son claramente insuficientes.

La necesidad del avance tecnológico para la economía española se ha visto reforzada de forma sustancial por algunos cambios en su marco macroeconómico. España ha perdido la ventaja comparativa histórica basada en bajos salarios<sup>185</sup> (F6), y no dispone ya del tipo de cambio<sup>186</sup> (F2a/F2b) como instrumento para recuperar –de forma artificial- la competitividad. Esta nueva realidad habría que interpretar como un desafío u oportunidad que obliga a los empresarios y políticos a afrontar la falta de competitividad a partir del cambio tecnológico, creando actividades de un alto valor añadido y persiguiendo un aumento real de la productividad, en vez del abuso de mecanismos artificiales como la alteración del tipo de cambio y los salarios bajos (Heijs, 2010). Además España ha llegado a una intensidad de capital por trabajador (tasa de capitalización) relativamente alta. Llegando a tal nivel, las ganancias de productividad debido a una inversión todavía mayor en capital, disminuyen y –a largo plazo- tienden a ser casi cero,<sup>187</sup> por lo que a partir de este momento se puede aumentar la productividad solamente mediante el progreso tecnológico. Por tanto, la acumulación de capital por si sola no es un motor de crecimiento económico a largo plazo. Todo ello implica que en España no se requiere más capital (máquinas) por trabajador sino capital o maquinaria de mayor nivel tecnológico que ofrecen mayores niveles de eficiencia y productividad. De esta forma se obtiene con la misma tasa de capitalización una productividad mayor. Otra forma de aumentar la productividad sería la producción de productos de un mayor valor añadido (mayor nivel tecnológico).

En resumen el progreso tecnológico es el único camino para garantizar a largo plazo un crecimiento del nivel de vida pero es justamente en este aspecto donde España apenas avanza. La debilidad del SEI consiste de un fallo de transformación (F1b) de su sistema productivo hacia una economía de conocimiento basada en el progreso tecnológico. España no ha conseguido (o solo lo ha hecho de forma parcial) transformar su sistema productivo hacia un sistema moderno a base de avances tecnológicos y una cultura de

---

<sup>185</sup> Según los datos de EUROSTAT del 2010, el coste salarial media en España fueron casi 2800€ mensuales mientras que en los países del Este de Europa este coste esta entre los 400€(Pej en Rumania) y 1. 400€(República Checa).

<sup>186</sup> En realidad el uso del tipo de cambio es una forma indirecta para bajar los salarios (poder de compra) de los bienes importados. La reducción salarial es políticamente difícil de asumir mientras que una reducción del tipo de cambio resulta ser aceptable por los agentes sociales.

<sup>187</sup> La teoría económica (Modelo de Solow) muestra que el aumento de las tasas de capital por trabajador tiene rendimientos marginales decrecientes respecto al aumento de la productividad. Lo que implica que el aumento adicional de la producción debido a la introducción de más capital (maquinas) por persona es cada vez menor. Dicho de otro modo, cada máquina extra genera menos output extra.

innovación (F1-F2b)<sup>188</sup>. Por un lado, no cabe duda que el nivel tecnológico de España ha mejorado mucho en las últimas décadas. Buesa (2003/2012\*) destaca la creación del propio sistema de innovación casi inexistente en los años 70. En el periodo 1980-2008 el gasto en I+D se ha visto multiplicado por 7 y su nivel respecto al PIB ha subido desde el 0,43% al 1,35% en 2008. Pero por otro lado España sigue sin apostar por un cambio del sistema productivo basado en el cambio tecnológico.

El esfuerzo en I+D de España no supera el 66% de la media EU-15 y el esfuerzo empresarial al respecto está al 51% de esta media (véase el gráfico). Incluso el peso de los sectores de alta tecnología en el PIB ha bajado del 33% in el año 2000 hasta un 26% en 2009 (Buesa, 2012\*). Por otro lado, bancos españoles se basan en la búsqueda de beneficios a corto plazo (como la Economía del ladrillo) y no se pueden considerar como bancos industriales que persiguen un desarrollo industrial a largo plazo, como es el caso, por ejemplo, en Alemania (F6). La crisis económica ha empeorado la situación. El gasto en I+D privado y público ha sido recortado y en los últimos años han desaparecido unos 3. 500 empresas innovadoras. En el caso de los resultados se observa un retraso todavía más acentuado. En el caso de las patentes y las exportaciones de alta tecnología España se encuentra respectivamente al 15% y al 32% de la media europea. Si es verdad que los resultados científicos se acercan más a la media europea, pero esta posición no se ha traducido en una convergencia tecnológica a nivel empresarial donde los resultados de la I+D pública se aplican a innovaciones introducidas en el mercado.

### **3. 2. Sistema público de I+D: Organismos Públicos de Investigación (OPIS) y universidades**

En las últimos dos décadas se han observado un crecimiento importante del sector público de I+D con un aumento de gasto muy importante (véase Buesa, 2003/2012\*) con tasas de crecimiento del 25% anual en 2006-2009. Pero a pesar del enorme esfuerzo económico el sector público de I+D no ha modernizado su funcionamiento ni ha avanzado en su eficiencia. De hecho los organismos públicos de investigación que más se han visto favorecido por las ayudas públicas, han visto disminuir su número de publicaciones por investigador (Véase Buesa, 2012\*). Es verdad que en España existen científicos de una excelencia excepcional, pero el sistema público de investigación en España en general no destaca por su calidad y productividad y se puede identificar un amplio número de fallos “sistémicos” que existen desde hace ya décadas y que son las causas principales que impiden una mejora sustancial. Un primer conjunto de fallos sistémicos interdependientes del sistema científico español se basa en la falta de una cultura basada en la excelencia<sup>189</sup> y la meritocracia (F2a/F2b) en combinación con la

---

<sup>188</sup> La falta de una cultura innovadora puede reflejar de forma simultánea dos fallos sistémicos. Se puede deber a una actitud cultural (F2b) o bien a la falta de capacidad de reconocer o de poder implementar un cambio tecnológico (F1a).

<sup>189</sup> Existen muchos indicios directos de la ausencia de una cultura de excelencia y productividad. Por ejemplo, el 25% de los profesores universitarios no tiene oficialmente acreditadas sus actividades investigadoras (no tiene ningún sexenio), y solo el 50% tiene el máximo número de los sexenios de investigación posibles. Además, las universidades españolas destacan por su ausencia en los rankings internacionales de calidad universitaria, donde ocupan plazas muy alejadas de los líderes. Las primeras universidades españolas suelen aparecer a partir del puesto 150 o 200. (La excepción serían las escuelas de negocios donde España esta bien posicionada). Otro ejemplo que refleja el nulo interés en la implantación de una cultura basada en una meritocracia es la evaluación de las tesis doctorales donde en más del 99% de los casos se concede un Cum Laude por unanimidad.

falta de interés, por parte de las universidades y OPIs, de implementar tal cultura<sup>190</sup> como muestra el alto nivel de endogamia y corporativismo<sup>191</sup> (F2b). Aquí los fallos institucionales formales (F2a) e informales (F2b) son complementarios y conducen a que un gran número de científicos no tengan reparos en aprovecharse de una regulación formal permisiva en favor de sus propios intereses.

Aunque las instituciones públicas quisieran implementar tal cultura de excelencia resulta que existen algunos obstáculos institucionales que lo dificultan. La rigidez del sistema de incentivos (salarios – F2a) implica que no se puede apremiar la productividad o la excelencia lo que impide la contratación de los mejores talentos. Teóricamente o formalmente existen ciertos mecanismos para apremiar la productividad que deberían incentivar la excelencia. Pero son poco selectivos, se conceden en algunos casos de forma automática sin ninguna evaluación y solamente implican un aumento marginal del salario. El conjunto de los pagos de productividad podría aumentar el salario como máximo en un 15% pero este máximo teórico se basa más en la antigüedad que en la productividad (F2a) y se alcanza solo después de unos treinta años teniendo seis quinquenios docentes y cinco sexenios de investigación<sup>192</sup>. Se debe constatar que la mayor parte de los pagos por productividad no se basan en las actividades más recientes sino en la productividad sobre toda la vida laboral por lo que pierde su efecto como incentivo. Además, los quinquenios de docencia requieren oficialmente una evaluación de la calidad docente, pero en la realidad se aprueba de forma automática a casi todos los profesores universitarios (F2a)<sup>193</sup> sin que se apliquen un proceso de evaluación real de la calidad de la enseñanza impartida. Es más, incluso aquellas personas en servicios especiales o que por alguna otra razón no dan clases obtienen estos quinquenios. Por lo que en realidad es un plus de antigüedad. Para la obtención de los sexenios de investigación se exige en la mayoría de las áreas científicas<sup>194</sup> un cierto nivel de productividad aunque basados en unos niveles bajos muy fáciles de alcanzar (F2a). Asimismo un investigador que alcanza este mínimo obtiene la misma recompensa que

---

<sup>190</sup> En este trabajo se destaca diversas pruebas que evidencian este desinterés. Por ejemplo, en la selección prevalece la endogamia por encima de la meritocracia, pero las universidades y OPIs podrían haber usado su autonomía para regularizar mediante sus estatutos el proceso de selección y contratación. Otro ejemplo del desinterés ha sido la dejadez en su obligación de evaluar la actividad docente para el reconocimiento de tramos de docentes (quinquenios) o el hecho que no se exige un nivel mínimo de inglés para entrar en la universidad y conceden de forma generalizada un cum laude a las tesis doctorales.

<sup>191</sup> Siendo un concepto donde los propios miembros de una organización (en este caso la universidad española) defienden sus propios intereses y miembros por encima y en contra del interés general.

<sup>192</sup> Los quinquenios docentes apremian formalmente a los profesores que imparten bien sus clases y los sexenios de investigación generan un plus salarial para aquellos investigadores que acreditan su calidad investigadora.

<sup>193</sup> Respecto a los quinquenios docentes que formalmente apremian la calidad de la docencia, no existe un sistema de evaluación de tal calidad y se conceden de forma automática, excepto a aquellos que tienen abierto un expediente. Pero en la práctica tal expediente sólo se abre excepcionalmente en casos de racismo o un comportamiento claramente sexista. Es más, existen casos de profesores que durante muchos años se ausentan de forma injustificada en más del 50% de sus clases sin que se haya abierto un expediente al respecto.

<sup>194</sup> Los criterios del concesión dependen de cada área científica y existen un número importante de áreas donde se conceden los sexenios de investigación casi de forma automática. Más exigente parece ser el área de económicas, políticas e ingeniería (55-65%) mientras que en otros campos como Ciencias Biológicas más del 90% obtiene este reconocimiento (Fernández Esquinas et al 2006). Estos porcentajes no son directamente comparables ya que en las áreas más exigente se genera una autoexclusión de personas que piensan no dar la talla mientras que en las áreas más permisivas todos se presentan. Lo que implica que en realidad las diferencias serían mucho más grandes.

las personas con mayores niveles de productividad en el mismo periodo y este plus de “productividad” se consolida para toda la vida laboral lo que de nuevo introduce un componente de antigüedad<sup>195</sup>. Refiriéndonos a la “suplica” del rector de la Universidad de Salamanca y Valladolid, el problema no sería que existen puestos de trabajos “perpetuos” sino la ausencia de unos incentivos de productividad, o en el caso que existan tales incentivos, su bajo o nulo nivel de exigencia y discriminatoria. Y, en nuestro caso, la dejadez por parte de los gestores universitarios de aplicarlas debidamente.

Además de la falta de una regulación formal (F2a) que premia la productividad, la excelencia y la relevancia social económica de la I+D publica existe una cultura corporativista (F2b) que ha generado un alto nivel de endogamia en contra de la cultura basada en la meritocracia. En España en el 95% de las oposiciones para obtener una plaza en las universidades y OPIs se selecciona el candidato interno mientras que en EE. UU. , el Reino Unido y Francia estos porcentajes son respectivamente 7,%, 17% y el 50% (Haug, 2009). Además un estudio reciente (Sanz/Castro 2011) demuestra que esta endogamia va en contra de la meritocracia ya que ha discriminado negativamente a los más productivos y móviles. Este estudio analiza los determinantes que influyen sobre la obtención de una plaza de funcionario como investigador público en las universidades y OPIs y revela -contra toda lógica- que el número de publicaciones y la movilidad internacional (estancias internacionales etc. ) tienen un efecto negativo sobre la obtención de uno puesto estable. Es decir, reducen la posibilidad de obtener una plaza. Como indican estos investigadores: “Esta claro que los profesores endogámicos y no móviles están en una posición de ventaja relativa para alcanzar la titularidad temprana con respecto a los no endogámicos y móviles (P. 54)”. Es verdad que existen –desde hace muy pocos años- unos requisitos mínimos para obtener una plaza como investigador (basado en la acreditación) pero las universidades –con apoyo de los sindicatos- permiten establecer comisiones de contratación a medida basadas en criterios de contratación ad hoc que aumentan de forma clara la discrecionalidad en el momento de contratar y dificultan claramente el acceso de candidatos externos (F2a/F2b). La acreditación ha impedido en gran parte<sup>196</sup> la entrada de personas con un nivel muy bajo aunque al mismo momento las universidades solo sacan plazas a concurso (F2b) una vez que un candidato de dentro ha obtenido la acreditación y todos los miembros del tribunal que juzga a los candidatos son nombrados a dedo por el propio departamento (F2a), lo que convierte el acceso de candidatos externos en casi imposible<sup>197</sup>.

<sup>195</sup> Por ejemplo, un investigador que ha obtenido dos sexenios al inicio de su carrera (basados por ejemplo en 6 artículos de calidad) pero no ha investigado durante los últimos 12 años obtiene un plus de productividad mayor que un investigador joven que en cinco años ha publicado 20 artículos. Este último no obtiene el plus porque le falta un año para complementar el sexenio y, además, después en el sexto año, a pesar de haber conseguido en 6 años una productividad claramente mayor que el primero en 24, su plus es la mitad del otro investigador.

<sup>196</sup> En gran parte porque existen en España 18 organismos encargados de evaluar y/o conceder las acreditaciones. El organismo nacional que tiene en general (depende de cada área científica) un nivel de exigencia aceptable. Por otro lado cada Comunidad Autónoma tiene su propio organismo de acreditación (sólo válido en su propia región). Además de los costes e ineficiencia de estos organismos regionales resulta que en un gran número de ellos los requisitos son mucho menos exigentes.

<sup>197</sup> Debido a la existencia de endogamia muchos candidatos potenciales externos se resisten a presentarse. Pero en el caso que se presentaran y el candidato interno tuviera un currículum claramente peor podría ocurrir (y ocurre con frecuencia) que se declara la convocatoria desierta convocándolo de nuevo más



Un segundo conjunto de fallos sistémicos interdependientes que dificultan o impide la creación de universidades de calidad serían: la fragmentación de los grupos de investigación, la falta de liderazgo y la ausencia de una planificación estratégica -en casi todos sus términos- hacia objetivos generales y relevantes o útiles para la sociedad (F1 - Fallo de capacidad de liderazgo). La falta de tal estrategia impide (F1) maximizar los resultados (eficacia) de la I+D y docencia en relación con los objetivos y necesidades nacionales (F5); minimizar los costes (eficiencia – F1)<sup>198</sup> y (FM1) crear una masa crítica basada en la especialización debido a la dispersión y fragmentación de las actividades de I+D+i. Algunos de los elementos o consecuencias de estos fallos sistémicos son: la orientación académica de la I+D pública hacia campos alejados del sistema productivo (F5) y de la utilidad y relevancia de sus resultados (F5); la ausencia de mecanismos de control de calidad y excelencia (F2a); y la defensa de los intereses corporativos por parte de la Comunidad Científica y sus miembros (F2b).

El fallo de relevancia y desacoplamiento (F5) se facilita debido a la forma de la toma de decisiones (F2a) y la forma de evaluar a los investigadores (véase más adelante). Las decisiones sobre los planes de estudios y la existencia de grados se toman de forma descentralizada y unilateral por parte de cada facultad basándose en sus propios intereses (F1a; F5; F2b). Entre otros debido al papel marginal de los agentes sociales en el porvenir de la universidad (F2a – F3).

Otro aspecto que define la falta de seriedad de la universidad española es su bajo nivel de eficiencia (F1a). Hernández y Pérez (2011) señalan tres razones principales de esta ineficiencia. En primer lugar, el creciente número de nuevas universidades o campus locales creados por los gobiernos regionales, a pesar de la insuficiente demanda de los estudiantes potenciales (F1-F2). Una segunda causa es el hecho de que el futuro empleo estable de jóvenes investigadores, profesores universitarios o investigadores de organismos públicos de investigación depende casi exclusivamente de las posibilidades en su propio sistema, lo que generó una estrategia de crecimiento interno. Para justificar este crecimiento, nuevos estudios y títulos (incluidos cursos de experto o maestro) fueron creados, una vez más, sin la demanda necesaria de los estudiantes. Ambas tendencias han creado ineficiencias importantes y han aumentado de manera exponencial el coste por estudiante<sup>199</sup>. Una estimación de Hernández/Pérez (2010) revela que en más del 15% de las titulaciones ingresan menos de 20 alumnos al año y el 42% menos de 50. Además entre el 2000 y el 2011 el número de estudiantes disminuyó más del 40% mientras que el número de profesores aumentó más del 25% y el personal administrativo un 33%<sup>200</sup>. Mientras que, de forma simultánea, la mayoría de los

---

tarde. Debido a este comportamiento los candidatos externos de mayor nivel de excelencia se resisten a presentarse de nuevo, lo que permite más tarde la contratación del candidato interno.

<sup>198</sup> La falta de eficiencia se aprecia, entre otros, en la comparación de los costes de las carreras. Por ejemplo según un informe del tribunal de cuentas (2009) la formación de un titulado en Ciencias Sociales y Jurídicas cuesta en la U. de Sevilla 7.000 en la U. de Jaén 10. 600 y en la Universidad de Lérida los costes ascienden a 33.000 Euros.

<sup>199</sup> Véase también la nota a pie anterior (198).

<sup>200</sup> Algunas universidades destacadas son la Carlos III (con un aumento del profesorado del 102% versus una pérdida de estudiantes del -47%), La U. de Girona (78% vs -53%) y la Politécnica de Valencia (64% vs -21%). También resulta llamativo la Pablo de Olavide (306% vs +12%) y la Rey Juan Carlos (165% vs +41%). Solo cuatro universidades han disminuido su profesorado U. de Almería (-10%), U. de Santiago (-11%), U. La Laguna (-18%) y U. de Oviedo (-26%). Cada uno de ellas ha perdido entre 42y 57% de sus estudiantes.

profesores no impartían el número de las horas lectivas legalmente establecidas, por lo que el aumento de las plantillas universitarias no se corresponde con las necesidades reales. Lo que de nuevo implica una sobrecoste unitario y por tanto una ineficiencia muy importante. Incluso en los años de crisis (2008 y 2011) y a pesar de los importantes problemas financieros, el profesorado universitario aumento un 3%. La tercera explicación de la baja eficiencia se deriva, como ya se ha explicado, del bajo nivel de productividad y excelencia de las actividades de investigación (F1a). Como se ha indicado, el 25% de los investigadores españoles no han superado (o solicitado) el reconocimiento oficial de la calidad de sus actividades investigadoras (Hernández/Pérez, 2011) a pesar del hecho de que el nivel de exigencia (o discriminatorio) para obtener este reconocimiento oficial es muy bajo (Heijs, 2010).

Otro aspecto que explica la ineficiencia es la fragmentación del sistema público de investigación. Actualmente el modelo de investigación está basado en la autonomía y libertad total de los investigadores. Ellos mismos toman las decisiones y autorregulan la orientación de la I+D. Esto no incentiva la cooperación ni la interacción con el contexto económico y social (F2). Esta autonomía ha generado un modelo de investigación fragmentado con grupos de investigación pequeños (FM1 - falta de masa crítica). Esta libertad absoluta respecto a sus propias actividades investigadoras ha impedido o dificulta claramente –incluso para las propias universidades- el desarrollo de un plan estratégico (F1) que integre los diversos objetivos parciales de todos los interesados internos y/o externos<sup>201</sup>. Además –según Fernández de Lucio (2010)- Los incentivos actuales apremian esta fragmentación debido al sistema de incentivos de los investigadores (F2a) ya que, para la promoción de personal o para obtener fondos en las universidades, se requiere haber sido “investigador principal” lo que lleva a la creación de grupos cada vez más pequeños y hacia una mayor la disgregación del sistema por los incentivos (FM1).

Como punto fuerte del sistema público de I+D se podría indicar el hecho que España tiene un nivel alto en publicaciones aunque ello vaya acompañado de un factor de impacto más bien bajo (ERA-watch, 2010; Hernández/Pérez, 2010). Este hecho, también podría indicar la orientación de los investigadores públicos hacia los trabajos puramente científicos lejos de las necesidades del sistema productivo (F5), lo que se debe en parte al sistema de evaluación. El baremo que se aplica para valorar la calidad investigadora esta basado en el número de publicaciones y su calidad, mientras que la I+D aplicada y la transferencia tecnológica apenas aporta méritos o mejor dicho han sido marginados en estos baremos (F2a/F3/F5).

La interacción entre el sector productivo y el sistema científico es muy baja y en algunas áreas casi inexistente (F3). Solo existe un papel marginal (F3) de los usuarios<sup>202</sup> en la toma de decisiones con respecto a la docencia, los planes de estudios y/o la orientación de la I+D+i en las universidades o en los organismos públicos de investigación. Este

---

<sup>201</sup> Un ejemplo de la dificultad de aplicar una plan estratégico es el de los criterios de la distribución de las asignaturas entre los miembros de un departamento o una facultad. En general en estos criterios no se tiene en cuenta la calidad o los méritos. Según la regulación general elegirán primero los de mayor nivel jerárquico (catedráticos, titular etc...) y dentro de cada categoría estrictamente por orden de antigüedad. En el momento de intentar aplicar un plan estratégico creando un doctorado de calidad puede pasar –y pasa a menudo- que los profesores más antiguos exigen sus derechos lo que a menudo afecta a la calidad del curso.

<sup>202</sup> Los estudiantes y las empresas que absorban los recién licenciados

fallo sistémico tiene un efecto negativo sobre el acoplamiento adecuado de los planes de estudios con la futura demanda del mercado de trabajo (F5/F3) y sobre la utilidad de los resultados de I+D+i (F5). Además la publicación de los resultados científicos choca con el interés de las empresas de mantener el secreto industrial para rentabilizar las inversiones en I+D y poder apropiarse de los beneficios (FM2). La gran mayoría de los planes de estudio se diseñan a partir de los intereses y el poder fáctico del profesorado sin ninguna influencia por parte de otros posibles actores y la universidad, ni tampoco se han realizado ningún estudio serio sobre las necesidades futuras del mercado de trabajo. Este hecho ha generado un mal acoplamiento de las habilidades y conocimientos de los estudiantes recién licenciados en relación con la demanda de capital humano. Este nivel de desacoplamiento (F2-F5) es considerado por las empresas como un problema muy importante (59%) o importante (31%) (COTEC, 2011). Este desacoplamiento también se confirma en los cursos del doctorado. En general los responsables de recursos humanos en las empresas expresan el bajo nivel del valor añadido del título doctor para las empresas. Incluso a menudo lo consideran como un mérito negativo que dificulta a los doctores de encontrar trabajo en el sector empresarial<sup>203</sup>. De hecho solo el 15% de los doctores españoles trabajan en una empresa mientras que en países como Alemania, Austria o los Estados Unidos este porcentaje está alrededor del 35%.

El principio de la libertad de cátedra está protegido en la constitución (F2a) y ha brindado un alto nivel de independencia y autogobierno a las universidades (F2a). Como se acaba de argumentar en esta sección, este hecho ha generado una cultura donde los investigadores defienden sus propias demandas (corporativismo) por encima de las necesidades e interés de la sociedad (F2b). Estas circunstancias han generado una situación en la que las universidades o centros públicos de investigación se caracterizan más por ser una comunidad cerrada y poco transparente que por una organización dinámica y abierta basada en la meritocracia. La libertad de cátedra coexiste con un nivel muy reducido de autonomía económica ya que la casi totalidad de los ingresos provienen del presupuesto general del Estado y de las Comunidades Autónomas de las que dependen las instituciones. Aunque esta dependencia económica nunca se ha utilizado para obligar a las universidades de profesionalizar sus organización y funcionamiento ni a rendir cuentas. La nueva Ley de Ciencia Tecnología e Innovación (Abril 2011) no ha aportado mucho (F2a) a la solución de la falta de excelencia y la existencia de la endogamia. No hay que olvidar que los científicos y académicos tienen un papel importante como gestores de la política de I+D+i y de la educación<sup>204</sup>. La regulación mantiene un alto espacio de discrecionalidad que permite evadir la aplicación de los criterios de excelencia y no evita el abuso de este espacio por parte del mundo científico (F2a/F2b).

Otro ejemplo del desinterés (F2b) por parte de los políticos y las universidades en crear un ambiente de meritocracia y excelencia es la regulación de las obligaciones y derechos de los estudiantes. Resulta que el decreto que se refiere a estos aspectos en el terreno sancionador es de 1954 y ha sido declarado en diversas ocasiones

---

<sup>203</sup> Opinión de expertos sénior en Recursos Humanos Randstad y Adecco (El Periódico La Expansión, 28-10-2006)

<sup>204</sup> Muy a menudo forman parte de la elite política que regula las leyes y normas de la ciencia pública como ministros, secretarios de estado etc. Además presiden o forman parte de los organismos de control y evaluación

inconstitucional<sup>205</sup>. Además algunas voces críticas han solicitado desde hace más de 20 años un nuevo reglamento que nunca se ha desarrollado<sup>206</sup>, lo que implica que existe mucha incertidumbre legal al momento de castigar a un estudiante en el caso de copiar durante los exámenes, el plagio de trabajos incluso en el caso de tesis doctorales<sup>207</sup>.

Los gobiernos regionales podrían corregir gran parte de los fallos sistémicos utilizando la dependencia económica y aplicando a la distribución de los fondos generales criterios de excelencia<sup>208</sup>. Además una parte de estos fondos se podrían reservar para aquellas universidades que cumplen ciertos requisitos de profesionalización y transparencia de su gestión y en la selección de investigadores. En el caso que ninguna lo cumpla, los fondos deberían volver al Tesoro del Estado para su uso en otros fines parecidos. Por ejemplo, para proyectos de I+D conjuntos entre empresas y universidades.

Los problemas mencionados en esta sección no implican que todo el sistema público está formado por personas pocas motivadas y de baja nivel de calidad. De hecho España dispone de unos grandes números investigadores muy buenos y dinámicos. El problema es que este segmento no participa, o solo lo hace de forma parcial, en la gestión de la universidades. Bien porque se dedican casi exclusivamente a sus tareas de investigación y/o educación o bien porque no tiene tiempo ni interés en dedicar su tiempo a aspectos burocráticos. Además el modelo de autogestión “democrática” dificulta que personas exigentes en términos de eficiencia y meritocracia -en el caso de presentarse a las elecciones- reciban suficientes votos para obtener la mayoría. Como indica Paloma Sánchez respecto a la cultura democrática de las universidades (2008): “Es un modelo débil que no es capaz de gestionar la universidad con criterios de eficiencia y racionalidad”. De hecho, los acontecimientos de las últimas décadas han demostrado que el modelo democrático ofrece todas las posibilidades a los grupos de presión para mantener los privilegios existentes sin rendir cuentas a la sociedad.

### **3. 3. El sector productivo y la cultura empresarial y/o innovadora**

En los últimos 15 años el sistema productivo Español ha ampliado la masa crítica del su sistema de innovación de forma importante. El número de empresas innovadoras ha aumentado desde unas 1800 empresas en 1995 hasta más de 11.000 en el 2011. También el gasto en I+D+i ha aumentado de forma importante en este periodo. A pesar de ello, como ya se ha indicado, el modelo de crecimiento de España no estaba basado en una economía del conocimiento sino en el sector de “ladrillo” y otros sectores poco productivos. En las últimas dos décadas el aumento de los salarios en España ha generado una relocalización de las unidades de producción de los sectores tradicionales a los países con salarios bajos, una tendencia que ha aumentado en este período de crisis económica. Esto en sí mismo no sería el problema si al mismo tiempo se hubiesen

---

<sup>205</sup> Decreto de 8 de septiembre de 1954, por el que se aprueba el reglamento de disciplina académica. Respecto a la legalización del fraude mediante plagio véase Cavanillas (2008): El ciberplagio en la normativa universitaria (<http://www.uoc.edu/digithum/10/dt/esp/cavanillas.pdf>).

<sup>206</sup> En el real decreto 1791/2010 - por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario- se anuncia el desarrollo de una ley al respecto en un plazo máximo de un año aunque tal ley todavía no se ha presentado.

<sup>207</sup> Por ejemplo en la Universidad Complutense se habían abierto (en el 2010) un expediente de plagio. Al final el expediente ha sido -por lo menos oficialmente- sobreseído argumentando que se trataba de un borrador.

<sup>208</sup> La Comunidad de Madrid aplica de alguna forma parcial tales criterios para los fondos de investigación aunque su efecto queda amortizado porque algunas universidades (Pej la U. Complutense) no aplica estos criterios para la distribución interna de estos fondos (entre facultades y departamentos).

creado nuevas empresas en el sector de tecnología medio-alta, lo cual apenas es el caso (F1b). La innovación y el cambio tecnológico se pueden considerar como la única manera de superar la actual crisis económica. Con el actual peso en la estructura industrial de sectores tradicionales de baja tecnología España no puede competir con los países de salarios bajos como China, la India o los países de Este que forman parte de la propia la Unión Europea (Polonia, Rumania, etc. )<sup>209</sup>. Por lo tanto, una hipotética bajada de los salarios en España no resuelve el problema convirtiendo España en un país más competitivo. Su efecto solo sería a muy corto plazo, mientras que a largo plazo debe mejorar su competitividad aumentando su nivel tecnológico para poder salir de la crisis económica actual. Los problemas básicos del sector productivo respecto a la I+D+i son: la falta de una masa crítica; la ausencia de una cultura de innovación con una apuesta por el cambio tecnológico claramente establecida; y una capacidad tecnológica y de absorción y/o aprendizaje limitada.

El primer problema sería, a pesar del aumento del gasto y el número de empresas que realizan I+D, la falta de la masa crítica (FM1b) necesaria para generar ventajas de escala y un proceso de especialización. Este problema se refleja sobre todo en el peso significativo las pequeñas y medianas empresas y de los sectores de baja tecnología y/o tradicionales (ERA-WATCH, 2010, 2009; EC, 2011<sup>a</sup>) en combinación de la ausencia casi total de empresas españolas grandes y/o multinacionales. La dominancia de PYMES en combinación con la falta de un número suficiente de empresas grandes y multinacionales españolas, es problemática porque son las empresas grandes las que determinan la masa crítica existente<sup>210</sup> y las que tendría protagonizar e impulsar la creación de clúster y/o redes de I+D (F3), generando de esta forma sinergias, economías de escala y de alcance y procesos de especialización con sus ventajas sistémicas correspondientes. Es decir, su ausencia genera otro fallo sistémico; ya que dificulta la creación de redes e interacción (F3). Además existe una amenaza real de la venta de empresas multinacionales españolas a empresas extranjeras con el posible traslado de sus actividades de I+D hacia las oficinas centrales en el extranjero<sup>211</sup>. Por otro lado, España tiene un pequeño sector de alta tecnología y un crecimiento marginal de los sectores emergentes más prometedores (F1).

Otro problema básico sería la falta de una cultura innovadora (F2b) directamente interrelacionado con el fallo de la falta de capacidades tecnológicas (F1). Ambos fallos se influyen mutuamente sin que se pueda determinar cuál de ellos dos existía primero y/o cual de los dos es la causa y cuál es la consecuencia. Mientras que siga existiendo una cultura innovadora baja no se crean capacidades, pero la falta de capacidades impide generar una cultura innovadora. La falta de una cultura innovadora impide o dificulta la creación de una masa crítica (FM1b). España tiene un porcentaje bajo de empresas innovadoras comparado con países como Alemania o la Unión Europea<sup>212</sup>.

---

<sup>209</sup> Recuérdese de la nota al pie 185

<sup>210</sup> Las empresas multinacionales son responsables de casi dos terceras partes del gasto en I+D a nivel mundial.

<sup>211</sup> No debe olvidarse que gran parte de las actividades de I+D de las multinacionales se realizan en su país de origen debido a las ventajas de escala y la necesidad de una masa crítica. Además para asegurar el mantener un mayor nivel de secretismo especialmente respecto a la I+D considerada como estratégica.

<sup>212</sup> Según los últimos datos ofrecidos por Eurostat (2008) el 44% de las empresas de España se consideran innovadoras. En Alemania el 80%; en los países del Este de Europa entre 24-34% y la media para el conjunto de la Unión Europea sería un 52%. (Incluyendo las empresas con actividades innovadoras en el sentido amplio (innovaciones de producto, de proceso, de organización o de “marketing”).

Además, España ha perdido el 25% de empresas innovadoras entre 2006-2011. La falta de una cultura innovadora se refleja también en una encuesta de la Fundación COTEC (COTEC, 2011) que indica como uno de los principales problemas u obstáculos de la innovación empresarial la falta de cultura en el sistema financiero para financiar la innovación (F2b - 80%)<sup>213</sup> y el insuficiente potencial de la demanda interna como motor de la innovación (FM1b - 83%)<sup>214</sup>. Esta baja demanda de “innovaciones” puede ser causada por la ausencia de una cultura tecnológica entre los consumidores y/o empresarios (F2b) pero también se puede interpretar como una ausencia de masa crítica (FM1b) ya que existe una demanda demasiado pequeña para generar actividades innovadoras. Asimismo la Encuesta del COTEC refleja unas tendencias negativas respecto a la cultura innovadora (48%, F2b) y una preocupación por la caída del dinamismo empresarial en relación con las amenazas de la innovación (53%, F1-F2b).

El tercer problema –también confirmado por la fundación COTEC- sería que la estructura de la producción española en su conjunto carece de las capacidades tecnológicas (F1; COTEC, 2011). De hecho las empresas consideran la innovación como un problema a resolver más bien a corto plazo y no como una opción estratégica para el futuro a largo plazo (F1). La falta de capacidad innovadora también se refleja con otra debilidad estructural e histórica de las empresas innovadoras: el bajo nivel de patentes (COTEC, 2011A)<sup>215</sup>. La encuesta de COTEC también revela una falta de colaboración en materia de innovación entre las empresas (78%), que se posiblemente se debe a un problema de capacidades (F1a) reflejado en la incapacidad de cooperar o interactuar (F3).

### **3. 4. Políticas de I+D+i**

Quizá la parte donde se ha modernizado más el sistema español de innovación es con respecto a las políticas de I+D+i. En la última década se han desarrollado un amplio conjunto de instrumentos para promover la I+D+i con un aumento sustancial de los presupuestos para esta política (especialmente en el periodo 2006-2009)<sup>216</sup>. Tal política destaca por un amplio conjunto de instrumentos complementarios (Heijs, 2009), que afrontan los problemas del SEI mencionados en diversos estudios (OECD, 2006; COSCE, 2005). A pesar de estas mejoras evidentes coexisten fallos de funcionamiento del SEI que impiden conseguir los objetivos básicos e inherentes de esta política: conseguir un sistema de I+D que permita a las empresas españolas competir con éxito en los mercados internacionales. Respecto al potencial de impacto de las políticas se puede distinguir dos tipos de problemas. El primero sería los puntos fuertes y débiles derivados del propio diseño de las políticas y su aplicación. Otros obstáculos que dificulta el éxito se derivan de la falta de capacidad (F1) o del uso indebido (F2b) por parte de los beneficiarios y agentes del sistema de innovación. A continuación se destacan los obstáculos o problemas más importantes:

---

<sup>213</sup> Entre paréntesis el porcentaje de empresas que consideran el problema como muy importante por parte de las empresas que contestaron la encuesta del COTEC o el CIS.

<sup>214</sup> También la Encuesta de Innovación del 2010 refleja este problema. El 28% de las empresas innovadoras consideran la falta de demanda (F1 –F3c) como una razón para no innovar y el 29% de las empresas innovadoras consideran la demanda como principal obstáculo para la innovación.

<sup>215</sup> Respecto a las patentes, España está al 32% de la media europea (Innovation Union Scoreboard (IUSB), CE, 2010b).

<sup>216</sup> Este trabajo se concentra en las políticas a nivel nacional. Las distintas Comunidades Autónomas tienen sus propios planes de I+D+i. En algunas tal política regional ha tenido mucho éxito como en el País Vasco, y en otras Comunidades Autónomas, como Madrid, tiene un papel más bien marginal.

Un primer problema que disminuye el efecto potencial debido al diseño de las políticas y su aplicación, sería su uso –de forma parcial y/o informal- como un instrumento de política de cohesión,<sup>217</sup> que implica dispersión de los esfuerzos (café para todos), dificulta la creación de una masa crítica y disminuye seriamente la eficacia y eficiencia de las políticas. Es decir, la opción de contentar al mayor número de políticos, universidades, regiones y agentes genera una dispersión de las ayudas que afecta negativamente su eficiencia y eficacia. El efecto negativo sobre la eficacia se debe al hecho que se financian proyectos y/o unidades individuales pequeñas y fragmentadas. Esto impide crear una masa crítica potente (FM1) donde un grupo amplio de investigadores crean sinergias y complementariedades. Estos grupos grandes tendrían una mayor productividad y por lo tanto eficiencia. La eficiencia también se quedaría mermada debido a las duplicaciones donde distintos equipos realizan trabajos parecidos.

Además, la eficiencia e impacto de los instrumentos de la política está directamente relacionada con la excelencia y, todavía más importante, la relevancia de la I+D financiada con fondos públicos. En la última década se han incorporado en los instrumentos de la política de I+D+i mecanismos para asegurar esto último pero resulta que no funcionan satisfactoriamente y son –a menudo- eludibles<sup>218</sup>. Además se incentiva más la excelencia reflejada en publicaciones mientras que la relevancia tiene un papel marginal en los baremos y criterios utilizados para asignar las ayudas públicas a la I+D+i.

Otro aspecto importante del diseño de las políticas es su enfoque lineal, de manera que se considera como suficiente el impulso científico para generar innovaciones. Gran parte del gasto público en I+D español se dedica a la I+D básica (23%) y aplicada (42%) mientras que al desarrollo tecnológico sólo se destina un 35%. En China, Estados Unidos o Corea el porcentaje dedicado al desarrollo tecnológico es mucho más alto (respectivamente un 58%, 48% y 45%)<sup>219</sup>. En el caso del gasto público en I+D ejecutado por universidades y OPIs, sólo el 14% se dedica al desarrollo tecnológico y la investigación básica y aplicada reciben cada uno un 43%. Respecto a este tema se han observado pocos cambios. Hasta hace unos 10 años la relevancia para el sistema productivo en los criterios de las convocatorias para obtener proyectos de I+D fue casi inexistente mientras que hoy en día tiene cierta importancia pero, como se acaban de mencionar, es fácilmente eludible. En 2010 se ha desarrollado una política “no lineal” basada en la demanda. Se han desarrollado un instrumento basado en las compras públicas como forma de fomentar la innovación. Debido a la crisis –que ha mermado las compras públicas- apenas se ha podido emplear este instrumento y las AA. PP han

---

<sup>217</sup> Este comentario no se debe interpretar como una aversión a una política de cohesión pero tal política debe tener sus propios instrumentos. Como el caso de la Unión Europea donde la política de cohesión se implementa mediante los fondos estructurales y el fondo tecnológico mientras que la política de I+D+i – el programa MARCO- se basa en la excelencia y objetivos estratégicos generales. Además una política de cohesión debe asegurar, hasta cierto nivel, mecanismos de eficiencia y un control de costes.

<sup>218</sup> Por ejemplo hace algunos años se incluyeron en la convocatoria de los proyectos de I+D+i de investigación como único criterio de evaluación (además excluyente) para obtener “proyectos de excelencia” el hecho que se habían obtenido proyectos en las convocatorias precedentes lo que generó por definición un “clientelismo” que solo permitía la participación de participantes en convocatorias anteriores sin haber evaluado el éxito de estos proyectos y sin comparar su nivel de excelencia con no participantes.

<sup>219</sup> En el caso de la Unión Europeo la situación esta todavía más desequilibrada ya que el 35% se gasta en investigación básica, el 45% en investigación aplicada y el 19 en desarrollo tecnológico (Datos Europeos, Chinos y de EE. UU. tomado de Arnold 2012 y los datos de España proviene del INE.

reorientado las compras públicas hacia bienes baratos donde la promoción de innovación no es prioritaria.

Como ya se ha indicado, además de los fallos en el diseño de las políticas también se debe tener en cuenta los intereses particulares de los responsables de su gestión. En general los científicos se han integrado con mucha frecuencia en los organismos con poder de decisión no sólo en materia de política científica, sino también en las políticas de innovación. Como indica Emilio Muñoz<sup>220</sup> “en la “política para la ciencia” interviene con relevante protagonismo la comunidad científica con su tradición y su psicología, que se refleja en intereses y valores particulares, de forma que los decisores y gestores políticos acomodan sus actuaciones a las culturas de esa comunidad y a su reflejo e influencia en las correspondientes instituciones. En suma, estas políticas operan de acuerdo con las lógicas de las instituciones científicas”. La libertad de cátedra también influye en la orientación casi puramente científica de la I+D pública y por ello sostiene el modelo lineal de la política de I+D+i. La libertad de investigación se utiliza a veces como excusa científica del alejamiento del modelo científico español del progreso económico. Este argumento justificaría el hecho de que las universidades y otros organismos científicos se consideran como entidades independientes que no deben rendir cuentas a la administración pública.

Como se ha indicado, el impacto de las políticas también depende del uso y/o abuso de los agentes que obtiene ayudas. Existen ciertos aspectos, muchos de ellos ya mencionados en las secciones anteriores, que disminuyen de forma sustancial la eficiencia potencial de la política de I+D+i. El primero de ellos sería la actitud utilitaria y el funcionamiento ineficiente de ciertos agentes del sistema científico cuyo trabajo esta alejado de los intereses del sistema productivo y de la sociedad en su conjunto. La política de I+D+i actual no es capaz de superar por si misma los fallos del mercado y/o del sistema. Es decir, el aumento del esfuerzo en I+D y la mejor configuración de las políticas –mencionados como puntos fuertes del SEI- deben ir acompañados necesariamente de unos cambios estructurales que deberían asegurar el funcionamiento correcto (eficiencia y eficacia) del sistema de I+D pública para poder paliar así el retraso tecnológico español. La modernización del sistema público de I+D sería un prerrequisito para poder asegurar un impacto adecuado y óptimo de las políticas de I+D+i. Por ejemplo, la implantación de políticas para crear clústeres o para promover la cooperación entre empresas y el sector científico, podría verse dificultada o incluso impedida debido a la falta de excelencia, relevancia e interés de los resultados científicos generados por el sistema público de I+D. Este problema de relevancia y/o excelencia impide la creación de un sistema innovador dinámico donde los agentes se influyen mutuamente de forma positiva generando sinergias y círculos virtuosos que inducen una espiral positiva de gasto en I+D, cultura innovadora, capacidades tecnológicas y colaboración y, de esta forma, un mayor nivel de competitividad internacional.

#### **4. Conclusiones y comentarios finales**

En esta última sección se ofrecen algunos comentarios finales sobre las interdependencias entre los distintos fallos y entre los distintos subsistemas de

---

<sup>220</sup> [http://www.revistacts.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=331:el-debate-el-complicado-camino-de-las-politicas-cientificas&catid=19:debates&Itemid=37](http://www.revistacts.net/index.php?option=com_content&view=article&id=331:el-debate-el-complicado-camino-de-las-politicas-cientificas&catid=19:debates&Itemid=37)



innovación (pública versus privada), así como sobre los problemas que se deriva de estas interdependencias en cuanto a la creación de sinergias y círculos virtuosos. Además se analiza las razones que han impedido la solución de muchos de estos fallos.

Existen muchas interdependencias entre los fallos sistémicos. Además de los problemas inherentes a los fallos del mercado y los problemas sistémicos, resulta que ambos se interfieren y se refuerzan mutuamente generando una dinámica o círculos viciosos donde los fallos “sistémicos” impiden generar los efectos multiplicadores necesarios para resolver los fallos del mercado (Masa crítica). La interacción entre los fallos del mercado y del sistema se plasma en el hecho de que la ausencia de excelencia investigadora, la falta de una planificación estratégica (uniendo esfuerzos), la fragmentación del sistema científico y la dispersión de las ayudas impiden la especialización necesaria para alcanzar una masa crítica en campos claves y consiguiéndose así un efecto multiplicador que podría atraer investigadores o proyectos de I+D del extranjero. Además la falta de meritocracia, los bajos salarios e incentivos a la productividad y el desacoplamiento entre las necesidades de la economía española y los resultados de la I+D pública – junto con su bajo nivel de calidad-, tienen un efecto negativo sobre la utilidad de estos resultados y sobre la calidad del capital humano formado en las universidades. Ello dificulta la transferencia tecnológica hacia el sistema productivo e implica un bajo nivel de atracción de España tanto para investigadores foráneos como para la ubicación de actividades de I+D de empresas multinacionales. Concluyendo, si España no consigue superar los problemas “sistémicos” su sistema de innovación será poco atractivo para los recursos exteriores e incluso podría generar unos flujos opuestos de manera que las empresas españolas subcontraten su I+D+i en el exterior y donde los mejores investigadores españoles aprovechan las oportunidades y salarios en el exterior (fuga de cerebros).

Salir de este impasse –que ya se critica desde hace décadas- requiere la voluntad política de partidos y gobernantes a fin de usar su potestad reguladora para introducir correcciones ineludibles. Las AA. PP. deberían utilizar la asignación de los fondos públicos para liderar y conducir la investigación y la enseñanza universitaria hacia objetivos estratégicos creando un enfoque competitivo, no sólo para la aplicación de los instrumentos (ya existente), sino para inducir un cambio en la actitud de los agentes y evitar que la concentración de esfuerzos solo dependa de la voluntad de los investigadores, universidades y organismos públicos de investigación. Es decir, crear una infraestructura más flexible donde la existencia de centros y su financiación para la I+D dependa de los resultados y de la demanda de sus productos<sup>221</sup>.

Existe un debate sobre donde se origina el problema del bajo nivel de satisfacción respecto a las relaciones entre las empresas y la ciencia. Por una parte, se considera que la investigación pública no responde a los intereses y necesidades de las empresas, sin evaluar la responsabilidad que pueda tener el modelo existente de política y financiación de la investigación, y por otra, no se reconoce claramente que el déficit de innovación se debe fundamentalmente a las características estructurales del tejido empresarial español (Sebastián/Ramos, 2011). No cabe duda que en un sistema (de innovación) ambas partes (universidades y empresas) influyen sobre el nivel de éxito de posibles colaboraciones. La falta de capacidades en el sector privado es un obstáculo importante. Pero este hecho

---

<sup>221</sup> Ejemplos muy exitosos serían los modelos de financiación en Alemania de los Centros tecnológicos Fraunhofer o el Modelo Steinbeis (Para una revisión al respecto véase Heijs/Baumert 2007)

no justifica la existencia de una cultura de I+D en los centros públicos alejada de la excelencia y la relevancia, ya que tiene un efecto negativo, o mejor dicho impide un efecto positivo. Además, justamente el sector público, debido a la falta de un alto número de empresas innovadoras (grandes), debería orientar su esfuerzo a la creación de capacidades y de una masa mayor en el sector privado. Es decir es justo la falta de una cultura innovadora en las empresas la que subraya la relevancia de la I+D publica para el sector productivo.

Quiero, de nuevo, subrayar que existe un amplio número de profesores e investigadores de un nivel aceptable que están interesados en mejorar la universidad. Pero, como ha quedado patente, ellos no han podido cambiar el rumbo hacia una universidad más dinámica y productiva. En realidad el sector de I+D público es todavía una de las debilidades más importante del sistema español de innovación que limita la creación de sinergias entre lo público y privado (Ramos, 2008; [Heijs, 2010](#); ERA-WATCH, 2010). Los gestores de las universidades y OPIs, elegidos democráticamente, protegen los intereses de sus votantes. Además, también los sindicatos se opone a la introducción de incentivos exigentes de productividad y facilitan el fomento de corporativismo, lo que les ha convertido en el agente social más conservador del sistema público de I+D.

El último comentario se refiere a la tardanza de solucionar muchos de los fallos sistémicos. Estos, identificados desde hace décadas, nunca se han resuelto. Primero, la autogestión basada en la democracia interna y la “libertad de cátedra” regulada en la Constitución en combinación de la exclusión casi total de agentes externos en los órganos de gobierno, ha generado una autonomía que se aplican en favor de los intereses de los propios empleados. Segundo, debido a la falta de control y de evaluación de las actividades por parte de organismos independientes. Las universidades y centros públicos de investigación apenas tienen que rendir cuentas y, como ya se ha indicado, los propios científicos forman parte de las agencias de control y evaluación. Tercero debido a la presencia de los científicos en las instituciones reguladoras. En las universidades y otras instituciones de la investigación pública existe un conjunto de individuos que se dedican casi de forma exclusiva a buscar el poder dentro de ellas. Lo que implica una interdependencia entre la formulación de las políticas, la asignación de recursos y la evaluación de los resultados. Todos estos ámbitos están en gran parte controlados por personas del ámbito científico lo que supone la existencia de un conflicto de intereses no adecuadamente solucionado.

En apretada síntesis, España fue –antes de la crisis- uno de los países líderes en el crecimiento del gasto público en I+D (EC, 2011) y ha mejorado claramente su “mix” de políticas de I+D+i pero el impacto a largo plazo de este esfuerzo podría ser marginal o casi nulo si no está acompañado de medidas que aseguren los cambios estructurales y la modernización del sistema público de I+D. Este sistema está fragmentado y carece de estrategias institucionales que garanticen sinergias y calidad. La autonomía de estas instituciones no se orienta hacia estrategia de excelencia y especialización para promover la transferencia tecnológica en apoyo del sistema productivo y la economía en su conjunto. Este momento de crisis económica profunda sería el más adecuado para promover la necesaria modernización, pero lo cierto es que estas instituciones han aplicado pocos cambios y han funcionado como organismos ajenos e insensibles a la realidad económica y social del país. Aunque siempre queda la esperanza que no tendremos que esperar otros 500 años para que se solucionen los problemas analizados en este trabajo.

## Referencias Bibliográficas

- Arnold E. (2012): Getting the Balance Right A discussion about R&D Funding and Horizon 2020 Erik Arnold Geneva 8 May 2012 ([http://www.earto.eu/fileadmin/content/01\\_Seminars\\_Conferences/AC\\_2012/EARTOAC12\\_Erik\\_Arnold.pdf](http://www.earto.eu/fileadmin/content/01_Seminars_Conferences/AC_2012/EARTOAC12_Erik_Arnold.pdf))
- Autio, E. , Kanninen, S. y Gustafsson, R. (2008): "First- and second-order additionality and learning outcomes in collaborative R&D programs", Research Policy, vol. 37, n° 1, pp. 59-76.
- Baumert, T. ; Heijs, J. (2007). Comparación de las políticas de innovación de Alemania y España. (Pp. 191-216) Capitulo 7 en Vence, X. (Coordinador) Crecimiento y políticas de innovación. Edición Pirámides
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997) Sectoral Innovation Systems-Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries, in EDQUIST, C. (ed. ) (1997) Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. Pinter Publishers/Cassel Academic
- Buesa, M. (2003): "Ciencia y tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación". Información Comercial Española, n° 811, Diciembre. Madrid (España). Págs. 235 a 272.
- Buesa, M. (2013) El Sistema Nacional de Innovación en España: un panorama. Número monográfico en de la Revista ICE 869 INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD
- Carlsson, B. , Jacobsson, S. , (1997). In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers. In: Carlsson, B. , (Ed. ), Technological Systems and Industrial Dynamics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Corruptio, (2007). Plataforma contra la corrupción y el acoso en la universidad pública española. <http://www.corruptio.com>
- COSCE (2005): Informe de la Acción CRECE (Comisiones de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España) promovido por la COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España).
- COTEC (2011a): Tecnología e Innovación en España Informe Cotec 2011 [www.cotec.es](http://www.cotec.es)
- COTEC (2011b): La compra pública de tecnología innovadora en Biotecnología
- COTEC, (2005) El sistema español de innovación. Situación en 2004 (Madrid, COTEC).
- Cruz-Castro, L. , Sanz-Menéndez, L. y Aja Valle, J. Junio, (2006). Las trayectorias profesionales y académicas de los profesores de universidad y los investigadores del CSIC. <http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0608.pdf>
- Cruz-Castro, Laura and Luis Sanz-Menendez (2011): "Mobility versus job stability: Assessing tenure and productivity outcomes", Research Policy, Vol. 39, pp. 27-38.
- Edquist, C. , Hommen, L. , Johnson, B. , Lemola, T. , Malerba, F. , Reiss, T. , Smith, K. , (1998). The ISE Policy Statement—the Innovation Policy Implications of the 'Innovations Systems and European Integration'. Research project funded by the TSER programme (DG XII). Linköping University, Linköping.
- ERA-watch (2009) ERA-watch POLICY MIX REPORT 2009: SPAIN. Analysis of policy mixes to foster R&D investment and to contribute to the ERA. Editor ERA-watch Network. ERA-watch strategic intelligence service – operational phase <http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm?fuseaction=reports.content&topicID=600&parentID=592>
- ERA-watch (2010) Mini Country Report. (TRENDCHART) Editor ERA-watch Network. ERA-watch strategic intelligence service – operational phase <http://www.proinno-europe.eu/inno-policy-trendchart/page/innovation-policy-trends>
- Fernández de Lucio (2010): Un comentario en la sesión 1 (p. 44) reflejado en Sebastian, J. , Ramos Vielba, I. (2010) Funciones y organización del sistema público de I+D en España II Encuentro Nacional sobre Política Científica
- Fernández Esquinas, M. , Pérez Yruela, M. y Merchán Hernández, C. (2006), "El sistema de incentivos y recompensas en la ciencia pública española", en Sebastián, J. y Muñoz, E. (Coords. ): Radiografía de la Investigación Pública en España, Madrid: Biblioteca Nueva.
- Fernández Ordóñez M. A. (2006) Fernández Ordóñez en su comparecencia ante la Comisión de Presupuestos del Senado el 23 de noviembre 2006
- Grabowski Vernon J, DiMasi JA. Returns on research and development for 1990s new drug introductions. Pharmacoeconomics. 2002;20 Suppl 3:11-29.
- Hargrave, Timothy, and Andrew van de Ven 2006 'A collective action model of institutional innovation'. Academy of Management Review 31/4: 864-888.
- Haug, G. (2009) Informe de la OCDE sobre el sistema de educación terciaria de España (Guy Haug, 2009)
- Heijs (2011): ERAWATCH Analytical country report 2010: SPAIN. Editor ERA-watch Network.

- [http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/export/sites/default/galleries/generic\\_files/X04-CR2010-ES-v2.pdf](http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/export/sites/default/galleries/generic_files/X04-CR2010-ES-v2.pdf)
- Heijs, J. (2010) El sistema español de innovación: fortalezas y debilidades. **Boletín MEDES 4/2010**. Fundación Lilly
- Heijs, J. ; Baumert, T. (2007). Políticas alemanas de I+D+i: instrumentos seleccionados. (Pp. 217-246) Capítulo 8 en Vence, X. (Coordinador) Crecimiento y políticas de innovación. Edición Pirámides
- Johnson, B. , Gregersen, B. , 1994. System of innovation and economic integration. Journal of Industry Studies 2, 1–18.
- Lundvall, 1992 Lundvall, B. A. , 1992. National Systems of Innovation, Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Pinter Publishers, London
- Metcalfe J. S. (2003) “Equilibrium and Evolutionary Foundations of Competition and Technology Policy” in Pelikán P. and G. Wegner (eds. ) The Evolutionary Analysis of Economic Policy: New Horizons in Institutional and Evolutionary Economics, Cheltenham: Edward Elgar Publishing
- Nahapiet, J. , Ghoshal, S. (1998); Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage. The Academy of Management Review, Vol. 23, No. 2. (Apr. , 1998), pp. 242-266
- OECD (2006); Spain; R&D and Innovation in Spain: Improving the Policy Mix (I+D e innovación en España: Mejorando los instrumentos) [http://www.oecd.org/LongAbstract/0,3425,en\\_33873108\\_33873806\\_46415896\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/LongAbstract/0,3425,en_33873108_33873806_46415896_1_1_1_1,00.html)
- OECD (2007) R&D and innovation in Spain: Improving the Policy Mix. OECD, Paris
- Ramos Vielba, I. (2008); Mapa Iberoamericano de fortalezas y oportunidades en ciencia y tecnología. Madrid, CRUE, 2008. <http://www.crue.org/>
- Salmenkaiti, J. P. and Salo, A. A. (2001): Rationales for Government Intervention in the Commercialisation of New Technologies. Research Report, Helsinki: Helsinki University of Technology.
- Sánchez, M. P. , (2008). El Sistema de I+D+i español. Quo vadis?. En: Economía del Conocimiento y la Innovación. Pirámide.
- Sebastian, J. , Ramos Vielba, I. (2010) Funciones y organización del sistema público de I+D en España II Encuentro Nacional sobre Política Científica. Editor: Fundación Ideas para el Progreso.
- Smith K . ‘Innovation as a systemic phenomenon: Rethinking the role of policy’. Enterprise and Innovation Management Studies 2000;1:73-102
- Smith, K. (1999): Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy. In Bryant, K. and Wells, A. (Eds. ), A New Economic Paradigm? Innovation-Based Evolutionary Systems. Canberra: Commonwealth of Australia, Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch, 10-47.
- Smith, K. , (2000), Innovation as a Systemic Phenomenon: Rethinking the Role of Policy, Enterprise and Innovation Management Studies, Routledge, Vol 1, No 1, pp. 73-102.
- Smits, R. , and S. Kuhlmann, (2004), The rise of systemic instruments in innovation policy. The International Journal of Foresight and Innovation Policy, Vol. 1, no 1/2, p. 4-32.
- Vence, X. (2007); Crecimiento y políticas de innovación. Edición Pirámides
- Woolthuis, R. , Lankhuizen, M. , Gilsing, V. , (2005), A system failure framework for innovation policy design, Technovation 25, pp. 609-619.



## **CAPÍTULO 7. EL PAPEL DE LA CIENCIA PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO: RELACIONES CIENCIA-INDUSTRIA**

### **1. Introducción y conceptos básicos**

En este capítulo se ofrecen primero algunos conceptos básicos de las relaciones ciencia-industria y su importancia para la industria. En la sección 2 se ofrece una taxonomía de las distintas formas y mecanismos de las relaciones ciencia – industria (RECIN). Las secciones § 3 a § 6 analizan los obstáculos y problemas de la RECIN –o en otras palabras,- se comenta los factores críticos de éxito de las relaciones ciencia-industria. Y en la sección final (§ 7) se resume, a modo de conclusiones, las ventajas y desventajas de una universidad emprendedora.

Una de las grandes preguntas respecto al papel de la ciencia sería saber **como se pueda rentabilizar o comercializar los resultados científicos que en muchas ocasiones resultan ser el resultado de inversiones públicas muy cuantiosas**. Cada vez más **se exige al mundo científico justificar el gasto público** en el progreso científico (“value for money”). En muchos países europeos como España se tiene la opinión que las organizaciones científicas están lejos de la realidad y su aportación al desarrollo económico deja mucho de desear. Por lo que se aboga por un nuevo papel de las universidades y de los centros públicos de investigación con **especial hincapié hacia la transferencia de la tecnología y los conocimientos**. Aunque existen un apoyo general a la inversión en la ciencia no existen criterios explícitas que determinan el nivel adecuado o óptimo de tales inversiones. El nivel óptimo depende de las opiniones y percepciones personales sobre la importancia de la ciencia y las nuevas tecnologías para el desarrollo económico y de las presiones de la política y de las grandes empresas (Martin/Salter et al 1999). De todos modos las expectativas y exigencias de los gobiernos respecto a la inversión en ciencia han cambiado drásticamente. **Tales inversiones se basan cada vez más en un “Contrato Social” donde se exige que la ciencia produce resultados comercializables y/o de utilidad para la sociedad** en su conjunto. “Governments would boost innovation and get a better return on their investment in publicly funded research by making research findings more widely available .... and by doing so they would maximise social returns on public investments.” (OECD, 2005).

**El funcionamiento de un sistema de la innovación moderna depende de la intensidad y de la eficacia de las interacciones entre los agentes principales implicados en la generación y la difusión del conocimiento”** (DEST, 2002). Una muy buena estructura de acoplamiento entre las firmas, las universidades y el gobierno genera una ventaja competitiva mediante una difusión más rápida de conocimientos e información y en consecuencia un despliegue mucho más rápida de los productos innovadores basado en la ciencia. En este contexto las relaciones ciencia-industria (RECIN) recibieron una atención creciente en la literatura (véase entre otros los trabajos de la OCDE, 2002; Geuna/Muscio, 2009). Las relaciones entre las universidades y la industria así como el uso comercial de resultados científicos han sido el tema de discusiones intensas a nivel político y académico, especialmente desde 1970. Esta nueva orientación de las

universidades se puede denominar como la universidad emprendedora (“Entrepreneurial University”; Clark 1998; Etzkowitz y otros. 2000; Jacob y otros. 2003). Esta tendencia se refleja en la diversificación y la creciente complejidad de las RECIN y la manera sistemática en las cuales la mayoría de los países organizan las RECIN a nivel institucional.

El OECD indica algunas de las causas del interés creciente por las relaciones Ciencia-Industria (OECD, 2002). Primero, la existencia de unos sectores emergentes con un base científico importante, donde la investigación es fundamental para el sector productivo. (TICs, biotecnología, nanotecnología, materiales novedosos). Además se observa una aceleración del desarrollo científico-tecnológico. El progreso técnico se ha visto acelerado en áreas donde la innovación y ciencia van entrelazados (biotecnología, información tecnológica, nuevos materiales...) y donde, por lo tanto, la demanda de interacción y contactos científicos por parte de las empresas se ha visto incrementada.

Una segunda causa sería la necesidad de importantes inversiones debido a las economías de escala (masa crítica) de la I+D e innovación. Las empresas –incluso las grandes multinacionales- no pueden mantener grandes laboratorios en todos los campos prometedores de investigación. De hecho el sector empresarial se ha visto forzado a recortar costes en I+D y a buscar fuentes de conocimiento alternativas – como la subcontratación externa -. Debido a la indivisibilidad, las ventajas de escala, y la necesidad de una masa crítica los países que fomentan las relaciones con y entre empresas, universidades y sector público logran una ventaja competitiva a través de una mayor rapidez en la transmisión de información y conocimientos lo que a su vez acelera el desarrollo de nuevos producto. El funcionamiento del sistema de innovación depende ahora de la intensidad y eficacia de las interacciones entre los principales actores involucrados en la generación y difusión de conocimiento. Una tercera causa es el acceso al conocimiento. La innovación hoy en día requiere un conocimiento más extenso y multidisciplinario. Los diferentes enfoques disciplinarios interactúan para alcanzar el resultado final. Mediante las RECIN las empresas tienen un mejor acceso a recursos humanos mejor preparados. Otros beneficios son acceso a nuevos conocimientos científicos, redes de trabajo asentadas y ampliación de la capacidad para solucionar problemas. Estas primeras tres razones mencionadas por el OECD están directamente relacionadas con el carácter inter-disciplinario creciente de las ciencias aplicadas y la aparición de algunas tecnologías basadas en la ciencia multiusos (como bio y nano-tecnología, informática, biología molecular y nuevos materiales) conjuntamente con el crecimiento más general del contenido científico y técnico de todos los tipos de la producción industrial (Bercovitz/Feldman 2006). Todo ello implica un entendimiento cada vez mayor del papel de la ciencia en el cambio tecnológico y a su vez la importancia de esta para un mayor nivel de competitividad de los países junto a la consideración de la investigación universitaria como manera de promover el conocimiento local y de estimular el desarrollo económico regional (Jaffe, 1989; Breschi y Lissoni, 2001).

Una cuarta razón mencionado por la OECD para el mayor interés en las RECIN son **las necesidades sociales y políticas**. La aparición de problemas y necesidades sociales nuevas como el envejecimiento de la población, enfermedades nuevas o el desarrollo sostenible pueden ser abarcados mediante investigación en forma de RECIN. Además la crisis podría provocar recortes en el presupuesto público, con duras consecuencias para las universidades y las instituciones de investigación de fondos públicos. Estos cambios

afectan al sector público de investigación, que tiende a evolucionar hacia el modelo académico cuasi-empresarial americano (Etzkowitz, Webster et al., 2000). Esta tendencia genera un interés creciente por parte de las universidades y organismos públicos de investigación por la tercera vía de financiación (a base de servicios de I+D contratado por las empresas y/o otros organismos privados o públicos). El papel cada vez importante de la “tercera vía” para financiar las universidades tiene diversas causas complementarias y correlacionadas. Una causa muy importante son los presupuestos decrecientes<sup>222</sup> conjuntamente con la exigencia creciente de una justificación económica de los gastos públicos (Value for Money) (Geuna, 1998, pp. 5–6). Las restricciones en los fondos públicos han motivado a las universidades y organizaciones públicas de investigación de buscar financiación en el mercado privado. Otras razones de buscar contactos con la industria serían para asegurarse buenas perspectivas de empleo para los estudiantes, para mantener actualizados los planes de estudio y para obtener apoyo (no financiero) a la investigación. Las principales universidades en cuanto a investigación buscan alianzas estratégicas con empresas para consolidar su posición de liderazgo en las redes internacionales de la investigación y para consolidar su posición en el mercado del conocimiento. Aunque estas últimas razones, con algunas excepciones, no son aplicables a las universidades españolas. Que mantienen en general una actitud reticente respecto a la cooperación con el sector productivo (Heijts, 2013)

Por otro lado, sería engañoso relacionar la existencia de un alto nivel de RECINs con un mejor comportamiento de mercado para todas las empresas. *“the industry's demand for scientific knowledge, and thus the enterprises' demand for interaction with public science institutions, depends heavily upon the specialisation of enterprises and sectors, on certain types of products or markets and on associated stages of product life cycles”* (OECD, 2002). Aunque hay una tendencia hacia economías basadas en el conocimiento (véase la OCDE 1999) la mayoría de empresas deriva su ventajas competitivas de: innovaciones incrementales y cliente-orientadas; la adopción rápida de las nuevas tecnologías introducidas previamente por otras empresas; estrategias flexibles de producción y comercialización en mercados locales; o de la adquisición innovaciones incorporados en los bienes intermedios a los precios favorables. Solamente una porción pequeña de empresas basa sus ventajas competitivas y beneficios directamente en la explotación comercial de los resultados científicos (OCDE, 2002). Aunque todo ello no genera ninguna duda sobre la importancia de los resultados científicos para el desarrollo económico. Sin embargo, la influencia exacta de la ciencia como input para el sector productivo es difícil de cuantificar, entre otras razones porque el impacto es a menudo indirecto, a largo plazo y por lo tanto difícil de rastrear e identificar.

Las diferencias en la importancia de los resultados científicos para ciertos sectores o los campos tecnológicos se demuestran en varios estudios<sup>223</sup>. El trabajo de Arundal y Geuna (2004) demostró que solamente el 17% de las empresas indican que la ciencia es la fuente más importante para la innovación. De los 16 sectores analizados por estos autores, solamente dos consideran ciencia como la fuente más importante (espacio aéreo

<sup>222</sup> En un primer momento la falta de fondos generado por la crisis de los años setenta-ochenta y después de las restricciones en el gasto público para cumplir con los "Criterios de Maastricht" para unirse a la moneda común europea (EURO) ejerce presión sobre el “valor del dinero” (Geuna, 2001). Si bien en este momento la crisis financiera puso de nuevo la presión sobre los fondos públicos para I + D.

<sup>223</sup> Véase Klevorick y otros. 1995; Meyer-Krahmer/Schmoch, 1998; Marsili y Verspagen 2002; Arundal/Geuna, 2004



y sector de servicios públicos<sup>224</sup>) mientras que para la mitad de sectores la ciencia no se considera como muy importante. De hecho las fuentes más importantes para la mayoría de las empresas son los clientes y las empresas del mismo grupo. Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) y Marsili y Verspagen (2002) demostraron que los campos científicos caracterizadas por su alto nivel de oportunidad tecnológica y un alto nivel de interacción con empresas son la ciencia de vida y la ciencia física. Estos campos son la base para sectores como la industria farmacéutica, la bio y la nanotecnología. Klevorick y otros (1995) proporcionan una clasificación de campos de la investigación de la universidad según su importancia para las empresas. La informática, las ciencias materiales y la ingeniería industrial se encuentran en la cúspide. Por otra parte, la geología, la física y las matemáticas anotan muy bajo. Sin embargo, en ciertos campos la influencia de la ciencia en las empresas resulta mucho más indirecta. Por ejemplo, la investigación fundamental en física, probablemente poco importante para la mayoría de las empresas, es beneficiosa para la ingeniería industrial, que así mismo sí resulta muy relevante para las firmas.

La cooperación como forma de interacción entre la industria y la ciencia tiene mucha importancia debido a las características específicas de las tecnologías que están basadas en conocimientos tácitos versus información codificada. El resultado de la investigación académica se convierte en un bien público –disponible para todo el mundo- cuando se los divulgan en revistas científicas, en las descripciones técnicas de las patentes, etc. .... Tal publicación implica que el conocimiento se convierta en información codificada y fácil de acceder por las empresas y sus investigadores. Pero, no todos los aspectos del conocimiento pueden ser codificados, además algunos aspectos relevantes se excluyen de forma intencionadamente de tal codificación. Por ello el conocimiento tácito es necesario para entender completamente los resultados científicos y sus posibles aplicaciones. Sin este conocimiento tácito su difusión no es fácil o casi imposible. Particularmente, las nuevas disciplinas científicas emergentes (donde existen un número bajo de expertos y un nivel bajo de la codificación y estandarización) están basadas fuertemente en los elementos tácitos que son difíciles de codificar. En tales campos la transferencia del conocimiento es más difícil y requiere contactos personales cara a cara.

Un estudio de Cantón y otros (2005) revela que los científicos que limitan su difusión a las publicaciones (muchos veces incentivados por su sistema de la recompensa) limitan al mismo tiempo la difusión de sus resultados hacia el mundo aplicado. El uso comercial óptimo de resultados académicos es claramente limitado en el caso que existe una falta de interacción directa con la industria para transferir el conocimiento tácito necesario. Esto significa que muchas empresas no pueden utilizar los conocimientos académicos que, a pesar de estar publicados, pierden así parcialmente su carácter de bien público. Esta discusión se relaciona directamente con la visión de la “ciencia abierta” donde los resultados científicos son gratuitos y de libre acceso. Pero el carácter tácito –en combinación con la falta de RECINs- convierte los resultados científicos en un “bien privado” debido a que sus aspectos tácitos son solamente parcialmente accesibles por un grupo pequeño de agentes con una capacidad tecnológica muy específica. En este aspecto se puede subrayar la importancia de la proximidad geográfica ya que la combinación indisoluble entre el conocimiento tácito y codificado

---

<sup>224</sup> Sector de servicios públicos

implica que se requieren contactos cara a cara y de esta forma la difusión y el acceso del conocimiento estaría limitada a los agentes locales. O mejor dicho para ellos el acceso basados en contactos directos cara a cara sería más fácil. De hecho la literatura que estudia los canales de la transferencia del conocimiento entre las universidades y las empresas demostró que la difusión está localmente concentrada (Mansfield, 1995; Jaffe, 1989; Adams, 2001).

Otro aspecto que subraya la importancia de las RECIN es el papel de la ciencia básica en la relación con otras formas de investigación. El manual de Frascati (OCDE 1994) distingue tres tipos de investigación. Primero, la investigación básica que se dirige a un mayor conocimiento y entendimiento del mundo que nos rodea y no persigue directamente conocimientos respecto a posibles aplicaciones. La segunda forma de I+D es la investigación aplicada centrada en el uso del conocimiento real, por ejemplo en artefactos y nuevos productos y procesos. Y el tercero es la investigación experimental que intenta identificar si cierta variable tiene un efecto en otra variable. Las empresas privadas no tienen muchos incentivos para realizar la investigación básica (Nelson, 1959), porque normalmente tal actividad esta asociada a un alto nivel de incertidumbre y riesgos, y requiere generalmente un periodo largo y significativo hasta que sus resultados científicos se pueden convertir en productos para el mercado. Sin embargo, a pesar de que la investigación básica no conduce a una rentabilidad monetaria inmediata, hay varias razones para que las empresas privadas deberían realizar investigación básica, especialmente en las industrias “high tech” que dependen fuertemente de la capacidad de la investigación básica (Rosenberg, 1990). Pavitt (1993) argumenta que la investigación básica “might give researchers working in firms an access ticket to the academic community, where they can pick up useful ideas and knowledge”. Él discute que el valor económico principal de la investigación básica para las empresas sea no sólo la creación de la información codificada que se considera de interés público. Sin embargo, la investigación básica realizada por las empresas provee al capital humano la capacidad de solucionar problemas tecnológicos complejos y de crear habilidades y técnicas investigación (aprendizaje). La investigación básica permite a las empresas entender mejor cómo y donde conducir la investigación aplicada. El resultado potencial y real de tal investigación aplicada y sus oportunidades tecnológicas no se puede evaluar correctamente sin una suficiente capacidad en la investigación básica (Rosenberg, 1990). La existencia de las capacidades internas de la investigación básica en una firma realzará la eficacia de otros tipos de investigación generan ventajas específicas, ampliando y profundizando su alcance y oportunidades potenciales (Pearce, 1999; Rosenberg, 1990; Pavitt, 1991). Los resultados de la ciencia son de “interés público”, pero no son “bienes libres”, es decir, no se puede aplicar como tecnología sin coste ninguno.

Por otro lado la I+D básica de las empresas es muy distinto que la I+D básica de las universidades. Rosenberg [1990] discutió que la investigación básica en empresas grandes esté emprendida para solucionar un problema práctico y a menudo evalúe y absorba la investigación científica realizada por otros. Por otro lado las PYMES apenas están implicadas en la I+D básico<sup>225</sup> y dependen más de actividades del RECIN. Pavitt (1991) precisó que la responsabilidad en cada empresa para la creación del nuevo conocimiento científico y sus aplicaciones, se basa generalmente sobre pocas personas

<sup>225</sup> Excepto de las empresas de alta tecnología de nueva creación (como los spin-offs academicos).

dominantes dentro de esa organización. Según Bush (1946/1967) ellos son los expertos que entiendan las leyes fundamentales de la naturaleza, son expertos en las técnicas de la investigación científica y tienen un conocimiento muy relevante de los objetivos y expectativas de la empresa para el futuro. El problema es que los empresarios persiguen normalmente los beneficios económicos a corto plazo y se interesan sobre en la importancia práctica de la investigación básica y sus resultados. Los empresarios tiendan a concentrarse en contribuciones directas y descuidan el valor y la importancia indirecta y a largo plazo de la investigación científica y de sus resultados. Esto podría conducir a una concentración excesiva de políticas para promover la investigación básica “comercial”, descuidando las políticas para promover la creación de habilidades basadas en la ciencia para solucionar problemas tecnológicos complejos a largo plazo.

## 2. Relaciones Ciencia-Industria: Una taxonomía

Hoy en día existe un amplio conjunto de relaciones ciencia-industria y resulta difícil de ofrecer una clasificación única que satisfice a todos debido a la gran cantidad de agentes implicados, la diversidad de actividades y objetivos, y el amplio numero de formas (in)formales para dar formato a las RECIN. Se puede distinguir RECIN de tipo formal (contratos de investigación, spinn-offs, laboratorios conjuntos) o de tipo informal (graduados, reuniones de trabajo, publicaciones conjuntas, contactos informales, conferencias), además existen RECIN de ámbito institucional. En el cuadro 1 se ofrece una taxonomía basada básicamente en el tipo de actividades. En esta clasificación se distinguen cuatro mecanismos principales. El primero de ellos se basa en realización directa de I+D aplicada o de servicios tecnológicos por parte de las organizaciones e instituciones científicas o centros tecnológicos por encargo y/o en cooperación con las empresas. El segundo tipo de mecanismos de RECIN se basa en la formación y movilidad del capital humano mientras el tercer grupo sería las RECIN informales. Como ultimo y cuarto tipo de RECIN se incluye los mecanismos intermediarios. Este ultimo grupo no trata directamente de agentes implicados en la realización o ejecución de transferencia tecnológica. Sino se trata de mecanismos intermediarios que promocionan y facilitan tal transferencia tecnológica. Cada mecanismo principal cuenta con un segundo y/o tercer nivel. El segundo nivel de la clasificación serían la modalidad o tipo principal de cada mecanismo y el tercer nivel (si existe) se trata de las formas o canales concretas de la transferencia tecnológica de cada modalidad.

Como indicado el primer mecanismo principal (1) se trata de la “Ejecución y realización de I+D aplicada enfocada hacia la comercialización de los resultados y descubrimientos científicos”. Este mecanismo cuenta con tres modalidades de RECIN. El primero de ello sería (1. 1) la subcontratación de I+D aplicada. Se trata de actividades de I+D+i mediante acuerdos formales o informales donde las investigadores de las UNI/OPI trabajan para la industria en forma de contrato o mediante un acuerdo de cooperación. En estos casos se trataría en general de un encargo por parte de las empresas que se orientan hacia la aplicación –casi inmediata- de los resultados. Aunque en ciertas ocasiones podría tratarse de I+D básica especialmente en el caso de las sectores emergentes. La segunda modalidad de RECIN sería (1. 2) la subcontratación de actividades tecnológicas. Siendo actividades de un menor calado científico tratándose de la consultaría y servicios avanzados de I+D como la medición, certificación, etc. Y el tercer tipo o modalidad se trata de (1. 3) las organizaciones independientes no científicas que realizan I+D aplicada con un base científico importante. Es decir, se trata de la transferencia de los resultados científicos en aplicaciones por organismos de I+D

aplicada fuera del mundo científico como los centros tecnológicos (públicos o privados) o por parte de fundaciones o asociaciones privadas.

El segundo mecanismo básico de RECIN -(2) formación y movilidad de capital humano- tiene como aspecto central (como indica su propio nombre) el capital humano y tiene en el segundo nivel de la clasificación dos modalidades: la formación y la movilidad. La primera modalidad se basa en una de las dos tareas principales de las universidades: (2. 1) la formación. Por un lado se trata de la formación regular (Licenciatura y doctorado) pero también se incluye la formación ad hoc. Esta última incluye los cursos cortos y específicos (cursos para expertos) y los diplomados para profesionales y la formación continua; la co-financiación de estudios de post grado y de estudiantes del doctorado y/o las prácticas en empresas de los estudiantes. La segunda modalidad sería (2. 2) la movilidad laboral de investigadores entre el sistema científico de I+D y el sector privado. Existen diversas formas de movilidad laboral. Existe un conjunto –aunque en general pequeño- de investigadores que trabajan de forma simultánea en ambos tipos de organizaciones. Una segunda forma se basa en investigadores del sistema científico público que cambian de ambiente y se trasladan a tiempo completo hacia las empresas o al revés. Una tercera forma serían los jóvenes investigadores de las maestrías, los cursos de doctorado y jóvenes doctores que han obtenido su formación en el sistema público pero acaban de trabajar en el sector privado. Aunque esta forma se podría considerar también parte de la modalidad anterior: la formación regular. Una nueva forma de RECIN se ha establecido en Holanda durante la actual crisis financiera. En este país se han reforzado las relaciones de la ciencia-industria como parte de su política contra la crisis solucionando al mismo tiempo el problema de las empresas respecto a la carencia de fondos financieros para mantener sus actividades de la I+D. A aquellas empresas que tenían problemas temporales para mantener el empleo en la I+D se permitió “prestar” sus investigadores a las OPIs o universidades que financiaron los costes laborales con dinero público. Estos investigadores de las empresas privadas no dan clases normales sino seminarios en la universidad y los OPIs para difundir su conocimiento y experiencias y también pueden participar en proyectos de la I+D.

El tercer mecanismo de RECIN recoge un amplio número de (3) relaciones informales muy diversas como las conferencias, seminarios etc. ; las co-publicaciones; el uso de publicaciones académicas por parte de los empresarios; los flujos de recién licenciados; los contactos informales entre investigadores y empresarios; y otras interacciones informales (Asociaciones de antiguos alumnos; colegios profesionales; etc. ). Otra modalidad informal sería el uso y rastreo, por parte de las empresas, de la información pública respecto a los resultados científicos como son las publicaciones o las descripciones de patentes.

El último y cuarto mecanismo principal de RECIN se basa de alguna forma en (4) la intermediación. Se trata de organismos intermediarios que promocionan y facilitan la transferencia tecnológica aunque ellos mismos no la realizan o ejecutan. Por un lado, existen formas organizativas o institucionales para promover la transferencia tecnológica. Es decir, la promoción institucional basada en organizaciones o unidades que funcionan como agente intermediario entre las UNI/OPI y el sistema productivo con un papel especialmente relevante de los parques tecnológicos y científicos, las oficinas de transferencia tecnológica y las incubadoras de empresas basadas en la tecnología (spin-offs). Por otro lado, se incluye en este grupo la legislación y regulación

legal y estatuaría. Uno de los mecanismos intermedios claves para transferir los conocimientos sería la regulación de las transacciones de los derechos de Propiedad Intelectual. Bien como un derivado de los proyectos contratados y de cooperación bien como una actividad derivado de sus resultados científicos independientes.

**Cuadro 1: Una taxonomía de las modalidades de las Relaciones Ciencia-Industria**

**1. Ejecución y realización de I+D aplicada enfocada hacia la comercialización de los resultados y descubrimientos científicos**

**1. 1. Subcontratación: Investigación de contrato y/o cooperativo**

- 1. 1. 1. Proyectos contratados
- 1. 1. 2. Investigación colaborativo co-financiado por empresas
- 1. 1. 3. Investigación colaborativo financiado con fondos públicos
- 1. 1. 4. Investigación promovido por la industria
- 1. 1. 5. Tesis doctorales orientados hacia problemas y soluciones aplicadas (Incluido la supervisión de las mismas)

**1. 2. Subcontratación: Consultaría y servicios avanzados de I+D**

- 1. 2. 1. Transferencias de “saber-como” de expertos
- 1. 2. 2. Tests, medición servicios tecnológicos
- 1. 2. 3. Acceso a facilidades y equipamiento (Infraestructura científica y tecnológica)
- 1. 2. 4. Subcontratos para crear prototipos

**1. 3. Organizaciones independientes de investigación aplicada basada en la ciencia**

- 1. 3. 1. Centros o institutos tecnológicos
- 1. 3. 2. Fundaciones privadas o publicas y otras organizaciones que realizan I+D aplicada (asociaciones empresariales etc...)

**2. Formación y movilidad de capital humano:**

**2. 1. Capital humano: Formación y educación**

- 2. 1. 1. Formación regular (licenciatura; doctorado; masters etc...)
- 2. 1. 2. Cursos y diplomados ad-hoc para profesionales y formación continua
- 2. 1. 3. Co-financiación empresarial de estudios de post grado y de estudiantes del doctorado
- 2. 1. 4. Cursos concretos contratados directamente por las empresas y/o asociaciones empresariales (sectorales, clusters etc...)
- 2. 1. 5. Practicas en empresas por parte de los estudiantes (incluyendo la supervisión por parte de los profesores)

**2. 2. Capital humano: Movilidad laboral**

- 2. 2. 1. Investigadores públicos que se cambian al mundo empresarial y al revés
- 2. 2. 2. Investigadores del sector privado que obtiene una posición laboral en el sector público de I+D
- 2. 2. 3. Investigadores que trabajan de forma simultanea en el sector público y privado
- 2. 2. 4. Jóvenes investigadores de las maestrías, los cursos de doctorado y jóvenes doctores que han obtenido su formación en el sistema público pero acaban de trabajar en el sector privado
- 2. 2. 5. El uso de laboratorios conjuntos por investigadores públicos y privados
- 2. 2. 6. Empresas “Spin-ofs” académicos
- 2. 2. 7. Intercambio temporal de personal
- 2. 2. 8. Practicas en empresas por parte de los estudiantes (incluyendo la supervisión por parte de los profesores)
- 2. 2. 9. Presencia de empresarios en comisiones universitarios y al revés.

**3. RECIN informales**

- 3. 1. Asistencia por parte de empresarios y investigadores a conferencias, jornadas de trabajo, seminarios etc...
- 3. 2. Co-publicaciones o el uso de publicaciones académicos por empresarios
- 3. 3. Flujos de recién licenciados
- 3. 4. Contactos informales entre investigadores y empresarios
- 3. 5. Rastreo de las publicaciones o las descripciones de patentes por parte de las empresas.
- 3. 5. Otras interacciones informales (Asociaciones de antiguos alumnos, amistades de compañeros de clase; etc...)

**4. Mecanismos intermediarios:**

**4. 1. Mecanismos intermediarios y promociones institucionales**

- 4. 3. 1. Parques Científicos
- 4. 3. 2. Incubadores y capital riesgo
- 4. 3. 3. Uso y/o financiación de laboratorios e instalaciones públicos por parte de empresas
- 4. 3. 4. Laboratorios conjuntos o compartidos

**4. 2. Mecanismos intermediarios: Transacciones de los derechos de propiedad Intelectual**

- 4. 2. 1. Crear un portafolio de PI
- 4. 2. 2. Licencias y transacciones de PI
- 4. 2. 3. Inversiones en empresas (Spin-offs)

La clasificación de las distintas modalidades y formas de relaciones entre la ciencia y la industria aquí mencionadas no son del todo mutuamente excluyente ni tampoco se puede atribuir siempre todas y cada una de ellas a un solo grupo. Por ejemplo los flujos de recién licenciados se consideran aquí como una forma informal aunque también se podría agruparlo en la formación y educación de los recursos humanos. Por lo tanto se trata más bien una clasificación analítica que nos permiten estudiar con más coherencia el tema de las RECIN.

Aunque existe muchas formas de RECIN solo algunas de ellas han sido estudiadas empíricamente. Se han analizado sobre todo aquellas que sean más formales mientras que las RECIN informales (personales) han sido poco analizadas (Pavitt, 1998, OECD, 2002, Senker, 1995). Posiblemente debido a la falta de datos estadísticos. De todos modos las investigaciones recientes sugieren que los vínculos de empresas industriales con la investigación básica han experimentado un auge espectacular en las dos últimas décadas y que, hoy, las empresas manifiestan una diversidad amplia de vínculos con el mundo científico.

Se han señalado un incremento importante de los *spin-offs* desprendidos de las universidades (Jansen y Thursby, 2001; Thursby y Thursby, 2002); de las colaboraciones entre universidad e industria (Liebeskind *et al.* , 1996; Darby y Zucker; 2001; Zucker *et al.* , 2001; 2002); de la importancia de la movilidad de investigadores universitarios (Kim *et al.* , 2005) y un aumento de la importancia de la investigación académica para la innovación industrial corroborada en estudios fundamentados en encuestas sectoriales y patentes (Mansfield, 1991, 1995; Cohen, Nelson y Walsh, 2002). Otro indicador que refleja el aumento de las RECIN serían los patentes. Se observa un aumento de los vínculos con la comunidad científica reflejadas en las patentes privadas (Narin *et al.* , 1997; Hicks *et al.* , 2001; Branstetter y Ogura, 2005). El número de citas académicas en las patentes industriales se triplicó en los Estados Unidos durante los

años 90 (Narin *et al.* 1997), mientras que el 73% de los trabajos citados en las patentes industriales son de carácter científicos. Por otro lado, el número de patentes registrados por las universidades en EE. UU. ha aumentado de forma espectacular desde los años setenta desde menos de 200 en 1974 hasta casi 4.000 patentes en el 2003. Estos resultados empíricos sugieren que hoy en día las instituciones científicas brindan más oportunidades para la innovación. Por el contrario, solo se consta un ligero aumento – aunque irregular- de los gastos de I+D universitarios financiado por empresa. De todos modos, la intensidad e importancia de las RECIN divergen mucho por países e incluso universidades del mismo país.

Uno de los objetivos principales de este capítulo es estudiar a través de la literatura los factores críticos del éxito (FCE) para relaciones ciencia industria. Por ello en las siguientes secciones analizan los FCEs de las relaciones ciencia industria (RECINs) agrupado en cinco componentes (véase también la figura 1): El primer componente serían (§3) las características del marco contextual del sistema de innovación y las RECIN; El segundo (§4) las características específicas del sistema de innovación (especialmente el marco de las políticas de I+D e innovación); El tercero (§5) consiste en el comportamiento y organización interna de las organizaciones científicas públicas y privadas (Incluidas las universidades); Y el cuarto componente (§6) es el comportamiento micro y organización interna de las empresas y/u otras organizaciones privadas de investigación no científicas. El quinto componente se refiere a la interacción de los primeros cuatro basado en los mecanismos de interacción y dinamismo sistémico. Este último tema se trata implícitamente en las secciones dedicadas a cada uno de los aspectos anteriores y su taxonomía ya se ha explicado en la sección 2.

### ***3. Las características del marco contextual del sistema de innovación y las RECIN***

Las características del marco contextual determinan una parte grande del comportamiento y funcionamiento innovador de las empresas y organizaciones científicas, limitando y/o facilitando la I+D e innovación en cada uno de los agentes. Por lo tanto, este contexto tiene un impacto importante en la transferencia tecnológica entre las organizaciones públicas y privadas. Las características del marco contextual del sistema de innovación en relación con las RECIN son muy amplias y múltiples y resulta imposible de incluirlas todas en esta publicación, por lo tanto este informe se limita a los aspectos más importantes con una influencia directa en la calidad y la cantidad del RECIN. Los determinantes más importantes aquí analizados son: la estructura del sistema productivo y del mercado; los aspectos culturales; el sistema financiero y el marco jurídico.

La **estructura del sistema productivo** es un aspecto muy importante que influye sobre el sistema innovador y por lo tanto las RECINs, especialmente el tamaño empresarial y la especialización sectorial de un país o región. Un país o región basado en una industria tradicional tendrá menos RECINs que regiones con un nivel tecnológico muy avanzado. El tamaño de las empresas también tiene un efecto determinante en el sistema de innovación puesto que éste limita o facilita el alcance de y los recursos disponibles para la I+D y la cultura innovadora. Por ejemplo las empresas multinacionales ejecutan por si solo más del 66% de los gastos en I+D a nivel internacional.

**Figura 1. Factores críticos de éxito de las relaciones ciencia – industria (RECIN)**

**Las características del marco contextual del sistema de innovación y las RECIN**

**Estructura productiva** (tamaño empresarial; especialización sectoral; presencia empresas multinacionales; etc. )

- **Estructura del mercado** (tamaño del mercado doméstico; propensión exportadora e internacionalización, etc.. )
- **Aspectos culturales** (cultura empresarial (“entrepreneurship”); costumbres y tradiciones; etc )
- **Sistema financiera y bancaria** (capital riesgo, sistema bancaria con cultura “industrial” versus financiera; etc.. )
- **Marco legal** (derechos de propiedad intelectual, etc. )

**Organización Interna y comportamiento de las organizaciones científicas públicas y privadas (Incluidos las universidades)**

- Nivel de excelencia y productividad
- Calidad y utilidad comercial de los resultados científicos
- Cultura innovadora y el interés de de los investigadores en RECIN
- Planificación estratégica de la enseñanza y la investigación (prioridades; influencia otros agentes etc...)
- Mecanismos de selección y promoción de investigadores (meritocracia vs. endogamia)
- Selección de actividades de I+D (excelencia vs intereses personales; fragmentación vs. masa crítica; corto vs largo plazo; etc...)
- Organización de la transferencia tecnológica

**Mecanismos de interacción y dinamismo sistémico**

- **Actitudes culturales RECIN**
- **Compatibilidad de la oferta y demanda de conocimientos**
- **Demanda del mercado y el desarrollo tecnológico**
- **Organizaciones intermediarios para la TT.**

**Organización interna y el comportamiento de las empresas y/u otras organizaciones privadas de investigación no científicas**

- Capacidad tecnológica e investigadora
- Capacidad de aprendizaje y absorción
- Cultura innovadora de la empresa
- Cualificación de los recursos humanos
- La ubicación sectorial y geográfico de la empresa
- La orientación investigadora (básica vs. Aplicada)

**Características específicas del sistema de innovación** (especialmente el marco de las políticas de I+D e innovación).

- **Marco institucional del sistema científico y universitario** (La cultura de meritocracia y excelencia versus endogamia y autonomía; imbricación regional y nacional, proximidad; etcétera...)
- **Estructura de la política de I+D e innovación** (Financiación mediante convocatorias competitivas versus la financiación base (“block funding”); establecer prioridades y masa crítica; etcétera...)
- **Políticas específicas hacia relaciones ciencia – industrias** (apoyo para la cooperación; centros tecnológicos; parques científicos y/o tecnológicos etcétera...)
- **Promoción de la masa crítica y proximidad como determinante de relaciones ciencia industria**



Por lo tanto, la existencia de empresas grandes y multinacionales implica en general un alto nivel de las capacidades internas de I+D que facilitan las interacciones y creación de redes con PYMES y con las universidades y los centros públicos de I+D, generando una cultura de cooperación y un proceso de aprendizaje y transferencia tecnológica recíproca. La carencia de empresas grandes y/o multinacionales dificulta la creación de redes basadas en la cooperación privado-pública y entre la industria y la ciencia. En regiones de la periferia este papel podría absorber los centros tecnológicos y las unidades de investigación de OPIs o de UNIs. Sin embargo, esto es solamente posible si ellos tienen una cultura emprendedora dinámica tanto por parte de las UNI/OPIS como por parte del tejido productivo.

Otro aspecto del sector productivo (que solapa con el sistema de la innovación que se comentará más adelante) es la **intensidad y la regularidad de las actividades de la I+D de las firmas**. Este aspecto depende otra vez directamente del tamaño de las empresas y de la presencia de las oficinas centrales y/o de los centros de la I+D de las empresas multinacionales. También la especialización de la estructura productiva hacia sectores industriales de alta tecnología y/o basados en la ciencia facilita las RECINs. En aquellas regiones donde existen pocas empresas innovadoras las organizaciones científicas pueden desempeñar un papel importante en contribuir hacia su desarrollo. Respecto a **la estructura del mercado** especialmente el comportamiento de la exportación tiene un impacto positivo en la innovación. Primero porque las empresas que entran en el mercado internacional tienen que competir en la frontera tecnológica, donde tienen que ofrecer la mejor combinación calidad - precio. Lo que les obliga a innovar en producto o procesos. Los mercados domésticos grandes o el acceso a los mercados internacionales crean ventajas de la escala que asegura reembolsos de las inversiones en I+D cuál no sería posible en países pequeños. En este caso la existencia de un mercado europeo unificado generó ventajas importantes para las empresas europeas. Observando la estructura del mercado se puede concluir que los países o las regiones con un PIB más alto per capita tienden a tener una demanda más orientada hacia productos avanzados de un alto nivel de prestaciones, lo cual tiene un impacto positivo en el I+D del sector productivo doméstico de la producción. Las presiones de la demanda hacia productos y servicios de alta tecnología en el mercado doméstico o internacional presionan a las empresas de ser cada vez más competitivo dando más importancia a la necesidad de la investigación continuada. Los que operan en tales mercados están obligados a innovar de forma continua introduciendo innovaciones incrementales y radicales para mantener su posición dominante.

La cultura es otro aspecto importante (Beugelsdijk, 2007; Herbig y Dunphy, 1998). Estos últimos destacan la importancia de la cultura para la adopción de tecnologías innovadoras. Ellos indicaron que las *“the existing cultural conditions determine whether, when, how and in what form new innovations will be adopted. If the behaviour, ideas and material apparatus, which must accompany the use of innovation, can affect improvements along lines already laid down in the culture, the possibilities of acceptance are much greater”* (1998:14). Un aspecto cultural importante que influye directamente sobre la innovación es el dinamismo o el espíritu emprendedor. El espíritu emprendedor se considera generalmente de gran importancia para el desarrollo económico (Schumpeter, 1939, Porter, 1980; Baumol, 1993; La OECD, 1998). El innovador es un empresario que busca innovaciones que rompe el equilibrio económico existente mediante la introducción de productos nuevos en el mercado para competir con otros productos dominantes del viejo equilibrio de mercado (Schumpeter, 1939).

Los efectos de una cultura emprendedora son considerables en términos de la creación de nuevas empresas (innovadoras) (Kangasharju, 2000) cuyo existencia se consideran como condición importante de las RECIN, especialmente en el caso de spin-offs académicos. Varios estudios empíricos analizan los efectos de la creación de empresas nuevas y de la cultura emprendedora (Kangasharju, 2000; Davidsson, 1995; Georgellis y Wall, 2000). El espíritu emprendedor no sólo se asocia a la formación de empresas nuevas pero a todas las clases de aplicaciones novedosas de la tecnología.

El espíritu emprendedor se puede definir como “comenzando algo nuevo” que se puede asociar la actitud de estar alerta y abierta a nuevas ideas creando productos nuevos muchas veces basados en combinaciones novedosas dentro de la frontera tecnológica existente (Wennekers y Thurik, 1999)<sup>226</sup>. El estudio del espíritu emprendedor se centra en cómo el conocimiento, las habilidades técnicas y la innovación sistemática es manejada por los empresarios. Este comportamiento, a su vez, puede ser una fuente importante de las diferencias observadas en la cultura y/o espíritu emprendedor e innovador (Julien 2007). Según Penrose (1959), los empresarios son importantes para el crecimiento de las empresas y sus negocios puesto que proporcionan la visión y la imaginación necesarias para realizar la innovación continua y aprovecharse de las tecnologías. Uno de los problemas principales para las RECINs es la carencia del espíritu emprendedor de los científicos. La pregunta es cómo crear la universidad emprendedora no sólo para crear “spinnofs” sino también para facilitar otras formas de RECINs.

El marco legislativo general\_(las leyes y regulaciones legales no directamente relacionados con el sistema de la innovación) parecen tener solamente efectos mínimos en la RECIN (OECD, 2001). Sin embargo, algunas excepciones existen como la regulación de la protección del medio ambiente que accionó la innovación en este campo. Otra excepción es la legislación o la regulación de algunas áreas específicas como las derechos de la propiedad intelectual que tiene un impacto importante en las RECIN. Por ejemplo, algunos países prevén recompensas fuertes para investigadores públicos si patentan su trabajo mientras que en otros países los investigadores de organizaciones públicas no consiguen casi ninguna ventaja de sus resultados de investigación patentados. Otras limitaciones legales con un efecto sobre las RECIN podrían ser las normas éticas (como las limitaciones en experimentar con células madres) o las normas de la estandarización y de salud.

También **la banca y los sistemas financieros**<sup>227</sup> influyen claramente en el comportamiento innovador y, por lo tanto, en los RECINs. Importante en este aspecto es la disponibilidad del capital riesgo para financiar la creación de las empresas basadas en tecnología y de los spin-offs académicos. Por otra parte, la valoración de proyectos de I+D y sus posible ganancia económica no es fácil y depende de la experiencia y de la cultura emprendedora de los bancos. La I+D es una actividad altamente incierta y el valor de sus resultados es difícil de estimar y de asegurar. Es a menudo más fácil financiar inversiones en la I+D en un sistema financiera con bancos con una cultura industrial que en los países donde los bancos tiene una cultura puramente financiera y piensan en el corto plazo. De hecho los bancos están más dispuestos a financiar proyectos de I+D aplicada a corto plazo con un riesgo técnico y comercial relativamente

---

<sup>226</sup> Por ejemplo el chupa-chups, que ha sido un patente muy importante para la economía española con ventas a nivel internacional, no otra cosa que la combinación novedosa de un palillo con un caramelo.

<sup>227</sup> En la sección 5 se recoge este tema brevement. Para una vision más amplia véase Veysov and Stolbov 2011 or Hall, 2009

bajo que financiar proyectos basados en la ciencia con un periodo de amortización a largo plazo. Estos aspectos demuestran claramente que el acceso a las finanzas para los proyectos (cooperativos) basados en la ciencia de la I+D no siempre están garantizados y esto es lo que lo convierte en un factor que podría limitar las RECIN.

#### ***4. El sistema de la innovación (especialmente el marco de la I+D y de políticas de la innovación).***

Como es lógico varias características específicas del sistema de la innovación tienen un impacto directo en las relaciones industria-ciencia. Los más destacados comentados en esta sección son: el marco institucional y legal del sistema universitario científico; los conceptos de la masa crítica y la proximidad geográfica; el marco de la política de I+D e innovación y la estructura organizacional de la transferencia tecnológica (Organizaciones que realizan I+D y las organizaciones intermediarios como los centros tecnológicos).

##### **4. 1. El marco institucional y legal del sistema académico y científico**

El marco institucional del sistema científico y académico determina en que medida las instituciones científicas está abierta a relaciones con la industria. El marco legal es normalmente un determinante muy importante de la apertura del sistema científico de las instituciones hacia el sector productivo. Preguntas importantes son, entre otros; ¿Se permite la interacción entre industria y ciencia?, ¿en que medida los investigadores académicos desprecian o aprecian la I+D aplicada? o ¿En qué forma los empresarios tienen influencia en el procedimiento de la toma de decisiones de universidades?

Uno de los aspectos principales del marco es la autonomía de las universidades (UNI) o las organizaciones públicas de investigación (OPI) y el modelo de financiación de la investigación científica. Otros dos aspectos importantes son las reglas para la selección de las actividades investigadores y de los propios investigadores. Ambos aspectos se relacionan directamente con la cultura de la meritocracia, excelencia vs la endogamia y la orientación de la investigación hacia el interés social versus personal. La autonomía de las universidades - y especialmente el uso o el abuso de esta autonomía- afecta directamente a las RECINs. En algunos países las universidades y OPIS son financiadas con una “financiación base” (block funding) y no o apenas rinden responsabilidades sobre la forma en que gastan sus presupuestos. En tales países la autonomía académica se podría utilizar para defender el interés personal de los investigadores (comportamiento corporativo) sobre el interés general de la sociedad. En otros países, la ley prevé universidades integradas en el sistema social y económico en su conjunto. En estos países los regidores exigen “retornos para su dinero e inversiones” (value for money) y por lo tanto las organizaciones científicas tienen que enfocar sus actividades al interés general de la sociedad. Otros aspectos del marco institucional son: los mecanismos de la selección y de la distribución de los fondos financieros para la investigación; los mecanismos de la selección y de la promoción para los investigadores; los procedimientos para establecer los sueldos de los científicos y su carrera personal (promociones); y la personalidad jurídica de los investigadores (funcionarios versus contratos privados).

Los mecanismos de la distribución de los fondos dedicados al I+D varían ampliamente entre los países. Mientras que algunos países apoyan la ciencia mediante la financiación base y dejan las organizaciones científicas decidir en qué campos o tecnología invierten, otros países tienen un modelo que asegura una influencia fuerte del gobierno en la

distribución de los fondos destinados a la investigación científica. En la década pasada la mayoría de los países (aunque no fue el caso de España) introdujeron los modelos de financiación competitivos con los cuales diversos agentes públicos compiten para los fondos basados en criterios de la excelencia y meritocracia y criterios basados en la utilidad económica o social de los resultados previstos.

**Cuadro 2: La autonomía de universidades: el caso español.**

La “autonomía de la universidad” es protegida por la constitución española lo que implica una amplia libertad en las UNIs y OPIs. A nivel individual, el personal académico de las universidades tiene libertad total para decidir sobre sus actividades de la investigación, lo que obstaculiza la coordinación y el planeamiento estratégico y generó una fragmentación de la investigación.

La autonomía académica a nivel institucional se usa frecuentemente para defender el interés personal de los investigadores (comportamiento corporativo) en contra del interés general de la sociedad en su conjunto. Los nombramientos del rector, de los decanos de la facultad o de los directores de institutos y departamentos se determina mediante elecciones directas y por lo tanto estos cargos son propensos a defender el interés de sus votantes por encima del interés general. De hecho, la gran mayoría de las universidades o de los centros de investigación en España se pueden considerar como una comunidad cerrada con un nivel bajo de la transparencia más que organizaciones dinámicas abiertas basadas en la meritocracia y esta situación afecte negativamente en la calidad de las actividades de la investigación.

Varios autores tienen una opinión crítica sobre este uso indebido de la autonomía de las universidades en España. Sanchez (2008) discute que el “modelo democrático no sea capaz de manejar la universidad con un criterio de la eficacia y de la racionalidad”. Por ejemplo, la mayoría de los planes del “estudio” se diseñan a base de los intereses y el poder de los departamentos más grandes y más viejos sin ningún análisis serio sobre las necesidades futuras en el mercado de trabajo.

La autonomía individual e institucional coexiste con un nivel reducido de la autonomía financiera. La mayoría de los recursos financieros vienen de los presupuestos públicos regionales, aunque esta dependencia económica nunca se ha utilizado para forzar universidades a abrirse para que profesionalice a sus instituciones. La financiación base se fundamenta en el número de estudiantes, mientras que la excelencia medida por resultados de investigación tiene solamente un papel marginal en las decisiones sobre la distribución de la financiación. La financiación base (block funding) financia los sueldos y los costes corrientes mientras que los otros costes de la investigación son financiadas sobre todo mediante convocatorias competitivas. Algunos gobiernos regionales (tales como Madrid) procuraron basar la parte de la financiación para la investigación de las universidades en indicadores de la productividad. Sin embargo, existe clara oposición de las universidades y esta nueva tendencia sigue siendo en una fase experimental.

Por otro lado en algunos aspectos la carencia de la autonomía impide mejorar la excelencia y productividad ya que impide el planeamiento estratégico y la atracción de los investigadores más talentosos. Por ejemplo los sueldos para los científicos en España se prefijan y los pagos adicionales para los méritos y la productividad son casi no existentes y son menos del 5% de los salarios<sup>228</sup>. España también carece los mecanismos de control bien establecidas que podrían asegurar un de alto nivel de la excelencia y productividad de las instituciones de investigación. Algunos instrumentos nuevos incentivan la excelencia, sin embargo, es difícil cambiar la cultura histórica del uso ineficaz de los fondos y recursos humanos.

Como observación final se puede mencionar que la autonomía de las UNIs y OPIs es una cuestión difícil de equilibrar. No es una cuestión de más o menos autonomía, pero el uso o el abuso de esta libertad es el punto clave. Por un lado, las instituciones de investigación españolas necesitan más libertad (especialmente en el caso de sueldos y de ciclos presupuestarios anuales) para poder implementar una estrategia a largo plazo que permitiría competir con los institutos de la I+D del exterior. Sin embargo, si tales políticas no introducen simultáneamente unos mecanismos que garanticen un uso eficiente y eficaz de esta libertad - basada en competitividad y meritocracia- el resultado final sea la perpetuación de la situación existente.

El segundo aspecto es la selección de los investigadores y del mecanismo de su promoción y sueldos. En algunos países, como España, se prefijan los sueldos y las UNIs/OPIs no pueden aumentar los salarios de los investigadores para atraer los investigadores más talentosos. En algunos países solamente una parte muy pequeña de

<sup>228</sup> Formalmente España cuenta con varios mecanismos adicionales de los pagos extra. Sin embargo, se basa en un nivel de producción mínimo que casi no tiene poder discriminatorio. Se concede el plus de productividad casi de forma automática en con la misma cuantía a todo los investigadores debido a unos mínimos de producción fácil de superar y en algunos casos (como en el caso de la evaluación docente) inexistentes.

los sueldos se basa en la productividad<sup>229</sup> y la calidad de los investigadores, mientras que en otros países las UNIs y OPIs tienen mucha libertad en establecer salarios competitivos para atraer a los mejores y crear de esta forma centros de excelencia. Por otra parte es muy común que el mecanismo de la promoción para los investigadores no incluye los criterios que recompensan la interacción con el sector productivo. Esto implica una carencia del incentivo para crear relaciones entre la industria y la ciencia o para crear una “universidad emprendedora”. Uno debe destacar sin embargo que estos últimos años ha habido una comprensión cada vez mayor de la importancia de la interacción entre la academia y la industria y los gobiernos han estado más dispuestos a promover estas relaciones aunque todavía se está muy lejos del objetivo final.

#### **4. 2. La masa crítica y la proximidad geográfica**

Dos aspectos importantes del sistema nacional de la innovación que debe asegurar el éxito de transferencia del conocimiento y de tecnología con una influencia directa en las RECINs son la masa crítica y la proximidad geográfica. Un amplio número de artículos sugieren la importancia de la masa crítica como factor del éxito para el desarrollo económico y la competitividad (Myrdal, 1957; Porter, 1980/1990; Azzone/Maccarrone, 1997) Este aspecto es aún más importante en el caso de las actividades relacionadas con la innovación debido a la indivisibilidad y las ventajas de la escala de las actividades de I+D. No hay duda sobre el hecho de que la innovación y, aún más, las de la investigación científica esta altamente concentradas<sup>230</sup>. La masa crítica y de escala son uno de los factores explicativos más importantes del surgimiento y crecimiento de Silicon Valley o la “Ruta 128”. Sin embargo, la “masa crítica” es un concepto abstracto difícil de definir. Se podría decir que la masa crítica implica una cantidad “relevante” de actividades innovadoras y un número relevante de agentes donde existe un núcleo de empresas o instituciones<sup>231</sup> capaz de conducir y dirigir los sistemas nacionales y regionales de la innovación o los clusters sectoriales o regionales. Tal concentración se basa en la combinación de actividades innovadoras complementarias que aseguran la acumulación de ventajas de alcance y de escala, creando así sinergias. En otras palabras se trata de la concentración de los agentes complementarios y de los factores (paquetes completos de la alta calidad) que aseguran la combinación adecuada de calidad y cantidad.

La existencia de tal “masa crítica” ofrece una amplia gama de ventajas como la mejora de las oportunidades para la división de trabajo y al mismo tiempo la especialización que facilitan a su vez servicios avanzados basados en la I+D de mayor calidad y a costos más bajos, que a su vez mejora el uso eficiente de equipos e instalaciones grandes, especializados y costosos. También mejora las oportunidades de la oferta para las actividades e investigación interdisciplinarias. Además un tamaño mínimo o masa crítica incentiva y/o atraen inversiones debido a la presencia de las sinergias existentes basadas en alcance y profundidad de las actividades existentes que son atractivos para inversores ya que permiten responder rápidamente a los cambios y a las nuevas

---

<sup>229</sup> Por ejemplo, en España el aumento real de los salarios por productividad es un 3-5 por ciento. Además la mayoría de estas evaluaciones implican un aumento salarial para toda la vida en vez de apremiar la productividad en los años recientes. Mientras que en muchas universidades de México este concepto puede doblar el salario recibido pero solo para un periodo corto (unos pocos años). Es decir, si algún investigador deja de ser productivo se le bajará el salario quitando el plus de productividad.

<sup>230</sup> 8 de las 219 regiones europeas (UE-25) gastan más del 25% de los gastos de I+D, de 31 años gastan un 50% del importe total (Datos de EUROSTAT, 2008)

<sup>231</sup> Las multinacionales, universidades, centros tecnológicos, etc... .

oportunidades. Una masa crítica atrae a los mejores talentos (empresarios, investigadores, estudiantes, etc. ), a empresas innovadoras, y a inversiones de institutos y empresas privadas y públicas. Estos efectos de sinergia corresponden a las características de la “ley de la causalidad circular y acumulativa” propuesta por Myrdal (1957). La masa crítica podría crear los círculos virtuosos basados en procesos de auto o retro alimentación en los cuales su propio ciclo del crecimiento aumenta continuamente su propia masa crítica.

En el caso de transferencia tecnológica el trabajo de Azzone y de Maccarrone (1997) demuestra que la masa crítica de la demanda para las tecnologías y en capacidades técnicas es el factor principal que determina el éxito de la difusión tecnológica. La masa crítica es también fundamental para la interacción de la ciencia-industria porque facilita la división del trabajo en la I+D básico y aplicado. La existencia de una demanda o de un mercado grande de la I+D acompañado por la división del trabajo facilita la especialización y por lo tanto permite la creación de la excelencia y la reducción de los costes y de los riesgos para los servicios relacionados I+D. Por un lado debido al uso más eficiente de las infraestructura de la I+D a base el uso colectivo y compartido de tales instalaciones costosas, especialmente importante por parte de las PYMES de y/o conglomerados de empresas. Por otra parte, debido al proceso de aprendizaje basado en la especialización y la estandarización.

El concepto de la proximidad geográfica se analiza ampliamente en la literatura y desempeña un papel importante en la promoción de la transferencia tecnológica y facilita la difusión del conocimiento entre la ciencia y la industria. “Proximity in geographical, industrial, and technical space matters that it provides reluctant and sceptic, risk-adverse adopters the opportunity to assess the actual profitability of the new technology and hence to adopt it. ” (Antonelli 2003: 9-10). La proximidad geográfica refiere a la distancia física entre las organizaciones implicadas en la transferencia tecnológica y las RECINs. Tal proximidad se considera muy importante en el caso de la transferencia del conocimiento tácito no codificado que requiere un contacto cara a cara y aprendizaje. Por otra parte la proximidad facilita el establecimiento y la coordinación de la transferencia de tecnología<sup>232</sup> debido al número creciente de los contactos cara a cara<sup>233</sup> y reuniones informales (Audretsch/Stephan, 1996). Esto facilita a su vez la creación de la cooperación o de la interacción en el campo de la innovación basado en la amistad, la confianza y el respeto mutuo (Boschma, 2005). La proximidad geográfica también reduce los costes y el tiempo necesario para las reuniones o el proceso de la búsqueda para los socios<sup>234</sup>. Por otra parte la ausencia de organizaciones científicas en la misma región podría ser una barrera importante para iniciar la RECIN. Boschma subraya que la “proximidad geográfica por sí mismo es ni una condición necesaria ni suficiente para que ocurra el aprender. Sin embargo, facilita aprender interactivo”. (Boschma, 2005).

La masa crítica y la interacción son necesarias aunque no suficiente crear una región innovadora con relaciones ciencia industria acertada. Por ejemplo no todos los agentes de una región pueden aprovecharse de tales ventajas, como las empresas que se (auto) excluyan del sistema regional de la innovación o que carecen de capacidades tecnológicas (véase la sección 5) para absorber y obtener ventajas de las oportunidades

---

<sup>232</sup> Feldman, 1994; Carrincazeaux y otros, 2001.

<sup>233</sup> Breschi y Lissoni, 2001a; Oughton y otros, 2002.

<sup>234</sup> Goe et al, 2000; Oughton et al, 2002; Feldman, 1994/1999.

tecnológicas. Por lo tanto las políticas específicas tienen que ser introducidas para promover la interacción y la RECIN en sistemas regionales de la innovación. La masa crítica y la proximidad son especialmente importantes en el caso de las políticas centradas en relaciones industria ciencia. La transferencia tecnológica basada en la cooperación especialmente en el caso de conocimiento tácito requiere la interacción cara a cara frecuente. También en el caso de los centros tecnológicos o de los parques de C&T la proximidad es un factor crítico del éxito, porque este tipo de política es promovido a menudo por gobiernos regionales específicamente con objetivo de crear clusters y redes regionales. Sin embargo tales parques serán solamente acertados si coexisten un mercado o demanda de servicios de I+D creciente. Si la creación de servicios de I+D avanzados y la creación de las infraestructuras de C&T no se ve acompañado con un esfuerzo privado en I+D creciente, su éxito podría ser marginal.

#### **4. 3. La estructura política y de la innovación y las políticas de la I+D**

La estructura de las políticas de la I+D e innovación tienen por supuesto un efecto directo en relaciones ciencia-industriales. El más importante es quizá el modelo del financiación de la investigación científica que puede estar basada en convocatorias competitivas versus el modelo de financiación base. Otro aspecto importante es el establecimiento de las prioridades y masa crítica. Este último punto ya se han comentado pero aquí se trata brevemente la relación entre estos dos conceptos. Una parte importante de la estructura de la política es el marco de la política para promover transferencia tecnológica especialmente la creación de las organizaciones intermedias que serán analizadas en la siguiente sección (4. 4).

Como ya mencionado las relaciones ciencia industria no son un fenómeno nuevo, sin embargo, existe una atención creciente por parte de los regidores basados en una aproximación política mas continua o sistemática a este fenómeno. Por ejemplo, el 17. 5% de los 816 instrumentos incluidos en la base de datos ERA-WATCH se centran en la promoción y la mejora de las relaciones la ciencia -industria y estas medidas absorben el 10. 8% de los fondos (Heijs, et al, 2010, véase también la §3. 2). Por otra parte los nuevos conceptos del “value for money” y la “universidad emprendedora” - ambos relacionados directamente con el uso comercial de resultados científicos generaron cambios importantes en la ayuda pública para el I+D. Un amplio número de instrumentos nuevos fue introducido para apoyar la comercialización de la I+D básico y para promover la cooperación entre la comunidad científica y el sector productivo. Las medidas incluyen la intensificación de la ayudas para los spinn-offs académicos y de los parques de la I+D así como ayudas adicionales para fomentar “public private parternships”. También varios cambios fueron introducidos en el marco legal y las regulaciones formales para facilitar las RECINs. Además un amplio número de los instrumentos - centrados no directamente en la RECIN- se han reorientado para promover la cooperación privada pública. Por ejemplo en varios países –como es el caso de España- ncluyeron en las ayudas para los proyectos de la I+D para las organizaciones científicas criterios de selección que ofrece una prioridad (puntuación) más alta para proyectos con uso comercial o aquellos que se realizan en cooperación entre los agentes científicos e industriales. Estos criterios incluyen la utilidad de los resultados para el sector productivo o la sociedad en su conjunto. Es decir, las medidas de la ayuda centradas no directamente en la RECIN también promueven de forma implícita y cada vez más las RECINs a base de los procedimientos y criterios de selección.

Un segundo cambio en el marco de la política de la I+D es el hecho que la ayuda de la I+D para las universidades y las organizaciones de investigación públicas a base de financiación base (block funding) ha perdido importancia a favor de la financiación mediante convocatorias competitivas basadas en criterios de la excelencia y de la utilidad para la economía o la sociedad en su totalidad. Este cambio es muy importante para las RECINs porque el nuevo modelo de financiación fue introducido para promover una distribución más eficiente y eficaz de la financiación de la I+D básica. Este nuevo modelo se centra específicamente en la utilidad de la investigación básica y de la cooperación privada pública. El cuadro 3 demuestra las ventajas y las desventajas potenciales del nuevo modelo basado en las concesiones competitivas (Tomado de Echeverría, 1998). La ventaja más importante es el aumento de la eficiencia y de la eficacia de la investigación. Teóricamente el nuevo modelo orienta los recursos a los científicos más productivos (eficacia), basados en sus méritos y productividad. La mejora de la eficiencia es alcanzada reduciendo, entre otras, la duplicación de las mismas actividades de I+D, limitar los costes directos vía los modelos de la competición y de la co-financiación, evitar la falta de un uso poco responsable de los recursos para la I+D y reduciendo el bajo aprovechamiento de la infraestructuras y grandes instalaciones de I+D. Por otra parte este tipo de proyectos competitivos obliga las UNIs/OPIs a considerar la utilidad de sus actividades.

Una de las desventajas o problemas básicos sería que el nuevo sistema competitivo no garantiza las inversiones en investigación necesarias a medio y largo plazo. Mientras que los modelos de financiación a corto plazo pueden generar resultados científicos de forma más rápida, plantean a menudo un problema puesto que tal financiación puede desviar fondos desde la agenda científica con objetivos a largo plazo hacia la I+D aplicada. Alejándose así de la inversión en posibles campos científicos futuros útiles para el sector productivo. Esto implicaría una falta de la ayuda para la agenda estratégica a medio y largo plazo debido a que el modelo competitivo tiene un acento en lo empresarial evitando los riesgos e incertidumbres de proyectos más ambiciosos. Por ello los modelos de financiación competitivos se deben acompañar con un plan estratégico con objetivos a largo plazo. Es decir, se recomienda un sistema combinado donde se garantiza una cierta cantidad de fondos para proyectos a largo plazo pero las decisiones sobre las prioridades y la orientación de la investigación básica a largo plazo se deben tomar basadas en un consenso entre los diversos agentes empresariales, científicos y del gobierno.

#### **4. 4. Las organizaciones con tareas específicas en el campo de la transferencia de tecnología**

Las organizaciones intermediarias en el campo de la transferencia tecnológica desempeñan un papel importante en los sistemas de la innovación como productor, facilitador, portador y fuente de la innovación (Miles y otros 1994, Muller y Zenker 2001, Den Hertog 2000). Estas organizaciones se pueden dividir en dos grupos. En primer lugar las organizaciones intensivas en conocimiento (OIC) implicadas directamente en la transferencia de la tecnología y del conocimiento<sup>235</sup>. Tradicionalmente las universidades y las organizaciones de investigación públicas estaban implicadas casi exclusivamente en la I+D básica o fundamental; los centros tecnológicos en la I+D aplicada y la transferencia tecnológica y las empresas de

---

<sup>235</sup> OPI, UNI, centros tecnológicos o empresas de consulta y compañías privadas de la ingeniería, excluyendo los UNI y OPI



consultaría de I+D y las compañías de la estaban orientadas a solucionar problemas técnicos y/o prácticos. Hoy en día todas estas organizaciones realizan simultáneamente varias de esas actividades.

**Cuadro 3. Las ventajas y las desventajas potenciales de los modelos de financiación competitiva.**

Ventajas	Desventajas
Aumenta la eficacia de la investigación dirigiendo recursos a los científicos más productivos, por méritos, la calidad y la responsabilidad de la investigador	Tiene una limitación respecto a la financiación (solo financia los costes corrientes, carece de financiación para los salarios y el mantenimiento de las instalaciones de la investigación).
Promueve un sistema nacional orientado hacia objetivos estratégicos.	Financiación para proyectos a corto plazo que genera una carencia de la ayuda para la investigación a medio y largo plazo
Promueve la identificación y el consenso de prioridades nacionales de investigación	Carencia de la ayuda al desarrollo de capital humano y a la nueva infraestructura de la investigación
Aumenta la flexibilidad para centrarse en prioridades nacionales y regionales emergentes	Genera una incertidumbre de financiación que podría afectar la agenda a largo plazo y reducir la confianza del personal de investigación respecto a su estabilidad laboral
Aumenta la eficiencia de la investigación: reduce costes directos vía modelos competitivos de co-financiación, evita duplicar gastos en I+D, reduce el desaprovechamiento de la infraestructura proporcionando recursos para su funcionamiento	El alto coste de transacción para preparar el papeleo administrativo para presentarse a las convocatorias y los informes de seguimiento
	Reduce la flexibilidad investigador para enfocarse hacia temas adicionales emergentes en el caso que los investigadores descubren nuevas oportunidades de la investigación
Puede movilizar financiación adicional diversificando las fuentes de financiación y evitando así la dependencia de una fuente única	Riesgos más altos cuando en los consorcios de la investigación participan organizaciones menos conocidas (falta de confianza mutua)
Consolida y promueve las relaciones entre las organizaciones públicas y privadas regionales, nacionales e internacionales	Puede estar predispuesta a beneficiar las organizaciones de investigación más poderosas. Aumentado la falta de equidad debido a la carencia de la capacidad competitiva de organizaciones más pobres/más pequeñas
La objetividad del proceso competitivo en combinación con la revisión de los méritos durante el proceso de selección de los proyectos genera una retroalimentación hacia las futuras propuestas de los investigadores y, mejoran la calidad de la investigación a largo plazo	Se necesita un tamaño de mercado mínimo y un sistema de la investigación con un número mínimo de competidores (por lo que los modelos competitivos sean probablemente más adecuados para los países o regiones más grandes)
	Genera problemas para mantener una financiación estable en el momento que agotan los fondos financieros externos
Induce el cambio institucional en el sistema nacional de la innovación	Posibilidad de buscar beneficios a base de la asignación de recursos para la investigación

Basado en Echeverría, 1998 p. 11.

El sector privado invierte normalmente en la I+D para avanzar su nivel de competitividad y capacidad tecnológica. Actualmente las UNIs y OPIs ofrecen servicios técnicos y subscriben contratos de I+D aplicado para obtener financiación adicional para su organización. Todas estas organizaciones intensivas en conocimiento (OIC) e implicadas directamente en la transferencia tecnológica no son sólo generadores de ideas y tecnología (empuje de tecnología), sino también participan en un proceso de aprendizaje mutuo en búsqueda de solucionar problemas tecnológicos. Para muchas compañías las OICs son las instituciones que les ayudan a aprender manejar e internalizar nuevas tecnologías debido a su experiencia como expertos y especialistas. Los OICs (especialmente los intermediarios como los centros tecnológicos y consultores) no deben ser considerados simplemente como proveedores externos de la tecnología

sino como socios con relaciones fuertes con las UNIs y OPIs en combinación con una cultura y orientación cercana al mercado, que ofrecen al mundo empresarial servicios de I+D aplicada consultaría técnica y otros servicios basados en el conocimiento.

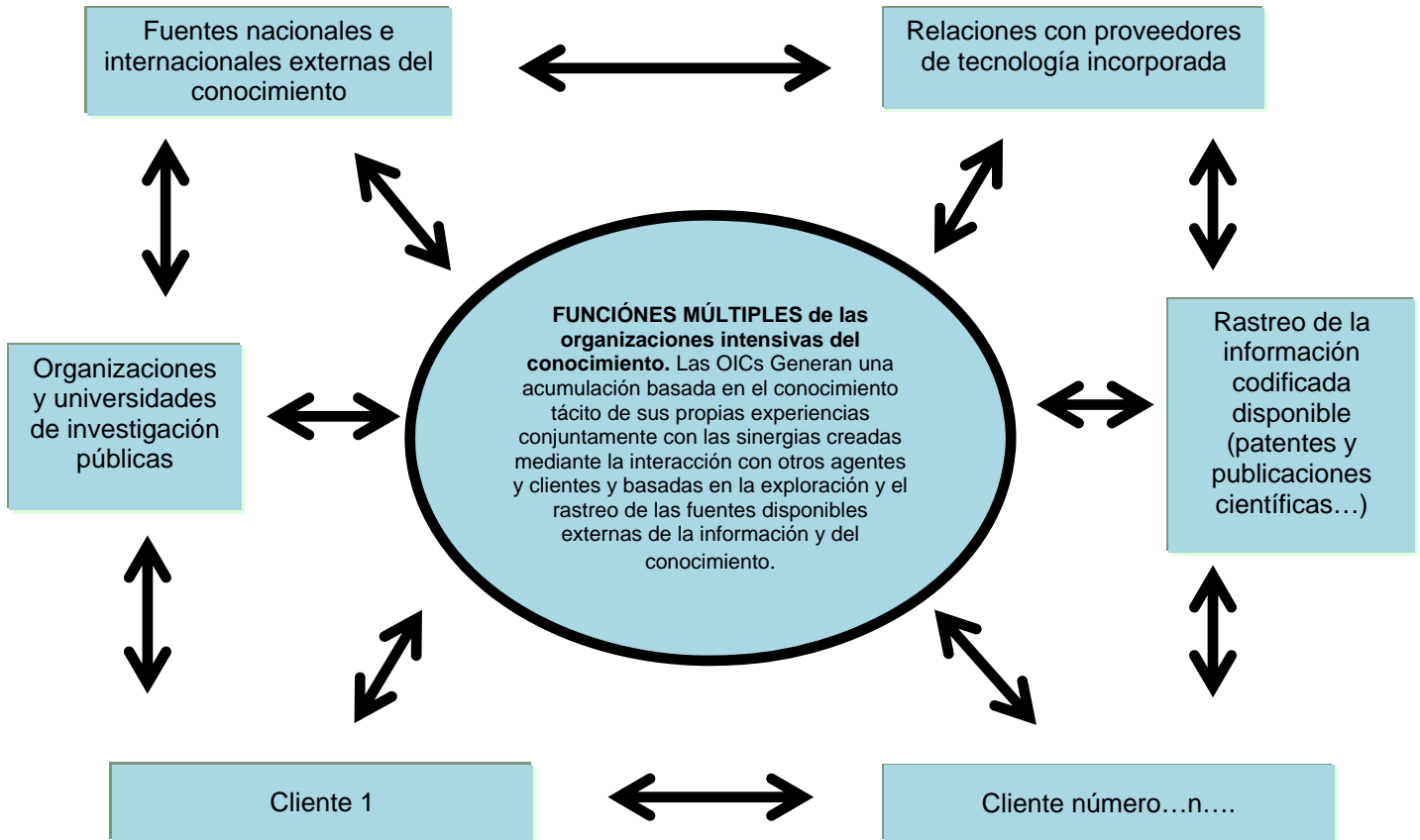
Las OICs puede tener un efecto general, directo y significativo en su propio sector de servicios de I+D e innovación en la región en que opera. El éxito de OICs depende altamente su tamaño, recursos y especialización y de su capacidad para transformar estos recursos en la generación de empleo y recursos humanos cualificados y la creación de una demanda para el conocimiento. De esta forma las OICs pueden empujar el crecimiento de su propio sector de servicios avanzados en I+D y su existencia podría convertir la región en un foco de la atracción para inversiones relacionados con la I+D. De hecho muchos centros tecnológicos subcontratan una parte importante de sus actividades a actores externos. Por otra parte las OICs generan externalidades debido a la introducción de nuevas innovaciones en la región; la creación de spil-overs; y resultan ser una fuente que crea capital humano cualificado para el mercado laboral (debido a sus programas de entrenamiento específicos y la movilidad de sus propios investigadores especializados).

El papel más importante del OIC es quizá su posición como nudo o puente para el intercambio de las mejores prácticas entre los distintos agentes de la región. El OIC acumula un stock muy amplio de conocimientos muy diversos, basada en un amplio número de fuentes debido a su interacción con un amplio número de clientes y otros agentes del sistema (inter)nacional de innovación (las empresas y otras organizaciones innovadoras). Esta acumulación del stock de conocimiento es a menudo el resultado tanto de sus propias actividades de I+D básica y aplicada así como la acumulación del conocimiento externo obtenidos de sus clientes, socios de cooperación a base del rastreo de toda la clase de fuentes del conocimiento fuera del sistema regional o nacional de la innovación (véase figura 2). La acumulación de todas estas experiencias y conocimientos estarán disponibles para las empresas locales y otros clientes.

El papel de OIC se considera a menudo como intermediario entre la fuente y la demanda tecnológicas en un mercado dado. Pueden proporcionar la información objetiva a sus clientes sobre su posición y nivel tecnológico en lo referente a competidores y a la frontera tecnológica. De esta forma se diseminan la información de los nuevos conocimientos, de las nuevas tendencias del mercado en la región donde se localiza el OIC. Por otra parte desempeñan un papel en la alineación de necesidades y la demanda de sus clientes con las posibilidades tecnológicas existentes a través del emparejamiento de intereses, solucionando parcialmente la brecha tecnológica existente. Además soluciona en parte los fallos de mercado basado en el problema de la información imperfecta y desequilibrada. Esto implica que las empresas pueden obtener o crear mejor y de forma más rápida una ventaja a base de las nuevas tecnologías.

Otro papel importante de los centros tecnológicos y otros OICs es la creación de una masa crítica y una división del trabajo en la I+D mediante la creación de capacidades y nuevos servicios de I+D e innovación, complementarias a los existentes en la región. Finalmente las OICs y centros tecnológicos también ofrecen a sus clientes un acceso a las infraestructuras científicas y técnicas. Esto es un elemento importante pues contribuyen a la mejora de la capacidad tecnológica regional y reduce los costes y los riesgos, así creando una masa crítica y las ventajas de la escala que son especialmente importantes para las empresas pequeñas y medianas.

**Figura 2. Organizaciones intensivas del conocimiento (OIC) como nudo de intercambio del conocimiento**



Los OICs y centros tecnológicos tienen una función múltiple de puente. En primer lugar pueden cerrar la brecha entre la ciencia y la industria usando resultados básicos de la I+D como un bien intermedio para la investigación aplicada; en segundo lugar actúan como nudo para la comunicación y pueden difundir las mejores prácticas obtenidas durante su interacción con sus diversos clientes e interfaces, con sus socios de la cooperación (las empresas u otros agentes del sistema de la innovación); en tercer lugar actúan como un puente conceptualizado como antena central para seleccionar, canalizar y para transferir el conocimiento y la información más novedosa y reciente que esta públicamente disponible a nivel internacional hacia la región (véase la figura, 2).

Concluyendo, los centros tecnológicos y otras organizaciones intensivas del conocimiento se pueden considerar como un puente o nudo entre diversos agentes del sistema de la innovación y entre la I+D básico y los usos de negocio y como catalizador del potencial tecnológico de una región - incluyendo las relaciones ciencia industria- que se refleja en sus papeles múltiples en la creación de un contexto favorable dentro de la región. En apretada síntesis los centros tecnológicos y otros OICs:

- Generan, dentro de la región, recursos humanos cualificados y atraen talentos
- No son meramente proveedores de tecnologías sino también son facilitadores y proveedores de conocimientos y resultados científicos.
- Aumentan así el stock regional de la información formal y codificada; del “saber como” y del conocimiento tácito

- Aumentan, para los agentes locales, los contactos y socios potenciales de cooperación en apoyo de la creación de redes.
- Actúan como proveedor de las infraestructuras y de las grandes instalaciones de la I+D
- Facilita el aprendizaje colectivo en varios niveles
- Contribuye al diseño e implementación de las políticas y de las estrategias regionales de I+D+i y el aprendizaje.
- Tienen un papel de puente o nodo para creación de redes, para integrar agentes externos en el SNRI y para difundir las mejores prácticas y las tecnologías novedosas.

### **5. Organización interna y el comportamiento de las empresas y/u otras organizaciones privadas de investigación no científicas**

De forma implícita se han tratado ya diversos aspectos del comportamiento empresarial en relación con las RECIN. En realidad existe un amplio número de aspectos que se podría tratar pero en esta sección solo se analiza muy brevemente dos aspectos destacados. Primero la capacidad tecnológica o de absorción y el problema de la financiación de la I+D e innovación.

La **capacidad de absorción** es probablemente el determinante más importante para asegurar una transferencia exitosa de los resultados científicos hacia la investigación aplicada y productos comerciales. Cohen y Levinthal (1989, P. 569) defina tal capacidad como “the ability to exploit outside knowledge of a more intermediate sort, such as basic research findings, that provide the basis for subsequent R&D”. Respecto a la capacidad de absorción se debe indicar que las teorías modernas del cambio tecnológico demuestran que las tecnologías son una mezcla de la información codificada -que puede ser copiada fácilmente- complementada con el conocimiento tácito que no es fácil de transferir, de entender o de imitar. Por lo tanto el aprendizaje en forma de la acumulación del conocimiento tácito es un aspecto importante para asegurar una capacidad absorbente. Según Cohen y Levinthal (1989, P. 572), (1989, p. 572), “when outside knowledge is less targeted to the firm’s particular needs, a firm’s own R&D becomes more important in permitting it to recognize, assimilate and exploit such valuable knowledge. ” La capacidad de absorción es también un determinante importante para el éxito de las RECINs. Primero porque las organizaciones de investigación científica son los proveedores principales de la investigación más avanzada cuyos resultados ensanchan las fronteras científicas y tecnológicas y a menudo tienen un carácter tácito muy importante. O, en palabras de Mowery y Rosenberg (1989, p. 7), “A new technology is a complex mix of codified data and poorly defined ‘know-how’”. Las universidades más excelentes son fuentes importantes del conocimiento novedoso, y sólo aquellas empresas con una capacidad tecnológica y científica bien desarrollada pueden hacer uso de tales resultados científicos (Rosenberg y Nelson, 1994). Una empresa con una mente abierta puede utilizar progresos científicos novedosos para complementar su propio conocimiento interno. Como indica Canton y otros “The scientific results complete the firm’s existing technology portfolio and the integration of this new knowledge could lead to ground-breaking innovation (Canton et al, 2005).

Especialmente los resultados y conocimientos de la investigación en nuevas disciplinas científicas o aquellos obtenidos al inicio de un proyecto científico suelen tener una alta carga de conocimiento tácito que no es fácil de transferir o de asimilar por otros agentes

del sistema de la innovación. La transferencia exitosa de tal sabiduría tácita requiere cercanía e interacciones continuas entre el inventor y el receptor (Teece, 1985). Esto puede ser particularmente crítico si la empresa que recibe los conocimientos carece de suficiente experiencia y tiene capacidades tecnológicas bajas. Canton et al (2005) indican que “academic research, whether basic and largely uncodified or applied and codified in the form of patents, represents only the raw material from which commercially competitive technological innovations are constructed” (Von Hippel, 1998; David et al. , 1992; Dasgupta/David, 1994). Por ello la empresa necesita una capacidad de absorción para poder utilizar los nuevos conocimientos científicos, y este poder absorción o aprendizaje depende en gran medida de sus propios esfuerzos de la investigación en el pasado y de sus conexiones con la comunidad científica.

Si una industria o empresa no sigue avanzando lo suficientemente creando una capacidad de aprendizaje y de absorción que les permite utilizar los resultados científicos el esfuerzo publico en I+D científica tendrá poca valor añadido. Concluyendo, la acumulación de experiencias y la correspondiente capacidad de aprendizaje y de absorción de los resultados de la actividad científica y tecnológica es un requisito necesario para asegurarse de que las empresas pueden tomar ventaja y asimilar nuevos resultados científicos o por ello pueden optimizar los beneficios de las RECINS . Por lo tanto, la creación de capacidades locales o regionales debe ser un objetivo importante de la política para facilitar las relaciones ciencia industria. Tales políticas deben asegurar que la sociedad y el sector productivo pueden beneficiarse de la investigación fundamental. Por otro lado, tal capacidad aseguraría que los resultados científicos son utilizados y/o convertidos en artefactos y aplicaciones útiles.

Como ya indicado en la sección 3 también **la banca y los sistemas financieros** influyen claramente en el comportamiento innovador y por lo tanto en los RECINS. Hay varias razones por las que las empresas tienen problemas para financiar sus inversiones en I+D e innovación interna o en la adquisición tecnologías externas. El primer problema, es la identificación, por la empresa que adquiere una nueva tecnología, de los posibles resultados o el potencial real de la tecnología a adquirir o desarrollar. Por lo que tampoco lo puede demostrar a la entidad financiera al momento de pedir un crédito. Lo que implica que la tecnología adquirida no sirve como aval para financiarlo.

Segundo, sería la protección de los resultados obtenidos a partir de la inversión. En caso de que el resultado tenga la forma de información codificada se debe proteger los resultados mediante el secreto o para protegerlos a base de los derechos de de la propiedad intelectual. Y este último no siempre resulta ser del todo confiable. Lo que implica que no se quiere revelar al banco las características particulares de la nueva tecnología por lo que el banco no queda convencido del valor real del proyecto a financiar. Otro problema respecto a la protección para mantener los resultados en la empresa es que los resultados y la acumulación del conocimiento tácito se incorporan en el capital humano de las empresas. Incluso la innovación de artefactos o de productos específicos va acompañando de resultados en forma de acumulación de conocimientos en los investigadores. Este aprendizaje sería un bien tácito muy importante para futuras innovaciones. De hecho más del 50% de la inversión en la I+D está absorbido generalmente por los sueldos de los científicos y los ingenieros altamente cualificados (Hall, 2002). Este aspecto genera reticencia para invertir en I+D ya que el conocimiento tácito acumulado es solamente parte del capital intangible de empresas (Pej. característica de las empresas') mientras que los científicos o los ingenieros implicados permanezcan en la empresa.

La tercera barrera para obtener fondos para la I+D es la incertidumbre del éxito final del proyecto en términos de logros tecnológicos a niveles razonables de coste (y por lo tanto a precios razonables) y del éxito comercial en el mercado futuro previsto (véase también la sección 2. 3). Especialmente en el caso de I+D basado en la ciencia la incertidumbre es más grande. La ciencia implica a menudo proyectos a largo plazo basados en tecnologías emergentes y sus resultados todavía están lejanos a su introducción en el mercado. Su éxito depende del tiempo real que se necesita para finalizar el proceso de innovación, de los costes finales y del cumplimiento de las previsiones del mercado esperadas pero inseguras. Ya durante la etapa de planeamiento, las empresas tienen que saber exactamente cuáles son los riesgos y estimar los posibles riesgos e incertidumbres. Además, si se requiere financiación externa de las instituciones financieras, estas esperan que se ofrezcan datos exactos sobre la actividad prevista y las prestaciones y características de las nuevas tecnologías y los productos a desarrollar. Esto implica otro riesgo ya que, como ya mencionado, requiere que la empresa revele sus planes estratégicos con el peligro de que lleguen manos de competidores o imitadores. Esta situación se conoce generalmente como el fallo de mercado de información asimétrica o imperfecta. La incertidumbre es más grande al principio de un proyecto especialmente si el proyecto tiene un alto contenido científico (como en el caso de las RECIN) y disminuye durante la evolución del proyecto según se convierta en actividades más aplicadas.

Mientras que los bancos y las instituciones financieras requieren certeza sobre el éxito del proyecto de la I+D, las empresas no siempre puedan dar garantías al principio del proyecto. Además las empresas no siempre quieren descubrir toda la información para evitar su desbordamiento hacia competidores u oportunistas. Si las instituciones financieras no son seguras sobre el éxito futuro requieren mayores garantías para respaldar los créditos o requieren un tipo de interés más alto. Por lo tanto no para todas las empresas el acceso a la financiación para sus actividades innovadores son fáciles especialmente cuando no pueden ofrecer garantías lo que complica la financiación de I+D+i (Whited, 1992; Marra, 2007; Saiz Briones, 2009). Estas restricciones implican también que las empresas se auto financian el caso de inversiones en I+D en vez de buscar fuentes externas (Teece/Pisano, 1994; Helfat, 1997).

## **6. El comportamiento micro de las universidades, de los institutos de investigación científicos públicos y privados y de los centros de la tecnología**

Según lo argumentado en las secciones anteriores la cultura o actitud empresarial y las capacidades absorbentes de las empresas individuales son importantes para asegurar el uso eficiente de los resultados científicos y capacidad de transformarlos en productos que son comercialmente exitosos. En un nivel agregado la estructura y la especialización del sector productivo, la cultura innovadora conjuntamente con la presión competitiva de mercados internacionales y de la demanda doméstica tiene una influencia importante sobre el nivel innovador de las empresas.

Sin embargo, el éxito de la RECIN depende también en gran parte del comportamiento de la organización científica. A menudo se critica su actitud y comportamiento muy distante del mundo empresarial. Por lo tanto en esta sección se analiza los incentivos y los obstáculos básicos para la RECIN en relación con el comportamiento micro de las organizaciones científicas. De hecho las características específicas y el comportamiento micro de universidades y de organizaciones de investigación científicas tienen una

influencia directa en la intensidad, la calidad y el nivel del éxito en las relaciones industria-ciencia.

Las propias universidades y organizaciones científicas se consideran a menudo como barrera y facilitador para la transferencia del conocimiento y la comercialización de resultados científicos. En esta sección cinco son los tipos de aspecto del comportamiento micro distinguidos, sin embargo, (como será explicado más adelante) estos aspectos están relacionados entre si: (1) La opinión de los propios investigadores y las UNIs y de OPIs sobre su misión principal (investigación básica e independiente basado en una cultura abierta); (2) El nivel de excelencia de los resultados de la investigación científica y/o la utilidad comercial y social; (3) Los incentivos y mecanismo internos de la evaluación de la excelencia y la calidad de la investigación; (4) El modelo de planificación y la definición de las prioridades de las actividades científicas financiadas con los fondos públicos; (5) El marco institucional y cultural de la comunidad científica y de sus organizaciones incluyendo el comportamiento de sus agentes e individuos.

### **6. 1. El comportamiento y cultura interna**

La comunidad científica en general opina que su misión principal esta basada en una investigación básica independiente conjuntamente con una cultura de acceso libre de los resultados científicos (ciencia abierta) financiados con fondos públicos. Los científicos tienen la idea tradicional e histórica de la ciencia como actividad objetiva independiente realizada en una “torre de la marfil” sin verse limitados por las restricciones de costes-beneficios o de mercado. Las actividades comerciales estarían fuera del interés de un científico académico que se respeta a si misma. De hecho existe un cierto nivel de desprecio de los mercados y el termino “beneficios” por una parte del mundo científico. Esta visión afecta directamente la utilidad comercial y social de la investigación científica y de sus resultados. Diversas limitaciones de la utilidad pueden ser destacadas. En primer lugar los proyectos tienen que ser orientados a esas áreas científicas que estén de interés al sector productivo y en segundo lugar la utilidad depende de la calidad o del nivel de la excelencia y de la productividad de ambos, de los investigadores y de sus investigaciones. Y no en todos los países existe un sistema integrado del control de calidad para medir la excelencia de los investigadores académicos y de sus proyectos. La utilidad del resultado de la investigación también depende de otros factores. Su uso es solamente acertado si permiten la creación de ventajas comparativas en el mercado (inter)nacional. Además de los aspectos técnicos, el éxito en el mercado depende del hecho de que los proyectos de investigación tienen que ser realizados: dentro de un marco de temporal preestablecido; con un de alto nivel de la eficacia para asegurar ciertos límites de costos (bajos costos para asegurar precios aceptables en los futuros mercados); y los resultados tienen que ser mantenidos secretos. Concluyendo, la utilidad comercial de los resultados de investigación es no sólo una pregunta técnica pero también una cuestión cumplir plazos y la planificación inicial, control de costes y el guardar secreto. Éstas son las cualidades contrasten a menudo - como será argumentado más adelante- con el interés y la cultura de “ciencia abierta” de los científicos y/o académicos y sus instituciones.

Otro aspecto que debe asegurar la utilidad comercial de la investigación científica es el establecimiento de las prioridades y la planificación a largo plazo de las actividades de la investigación. El diseño de ambos aspectos, especialmente la distribución de los fondos entre las áreas tecnológicas específicas, es importante para poder generar

suficiente interés por parte de las empresas para cooperar o participar en la investigación básica. Primero, los fondos públicos tienen que apoyar esos campos científicos cuyos resultados potenciales resultan interesantes para las aplicaciones comerciales o las necesidades sociales futuras y, segundo, el estado debe establecer la distribución de fondos entre la I+D básica versus la investigación aplicada.. En segundo lugar la distribución tiene que evitar la dispersión y la fragmentación de los esfuerzos de la I+D asegurando una suficiente masa crítica que permita ventajas de la escala. En una situación óptima el gobierno nacional junto con los UNIs, OPIs y el sector productivo deben diseñar un plan estratégico a largo plazo que considere el interés de la sociedad en su totalidad. Es decir establecer objetivos claros para solucionar problemas del ambiente social y de la estructura productiva. En la primera sección la importancia de la investigación básica fue explicada sin embargo, los resultados científicos son solamente útiles si están traducidos en productos o innovaciones introducidos en el mercado o si generan soluciones para problemas sociales específicos. Por lo tanto, es importante establecer el equilibrio adecuado entre los gastos en I+D básica y en investigación aplicada. El predominio de la utilidad comercial de la I+D básico y de la promoción de la investigación aplicada a corto plazo se debe combinar con el planeamiento estratégico de la investigación básica o fundamental hacia objetivos a largo plazo.

La asignación de los fondos para la investigación pública es a menudo el resultado de factores históricamente determinados y la inercia en la toma de decisiones implica la continuación de tal distribución histórica. Tal inercia es práctica común en muchos países (Canton y otros, 2005), sin embargo, puede ser poco eficiente y muy inadecuado porque impide el incremento de inversiones en los campos tecnológicos emergentes. Este problema es particularmente visible en esos países en donde la planificación de los OPIs y UNIs se basa en mecanismos democráticos internos. En tales organizaciones los departamentos con una tradición larga y un alto número de investigadores tienen una poder significativa (por sus votos) mientras que departamentos más pequeños que trabajan en campos tecnológicos de prometedores y emergentes pueden carecer de apoyo en los consejos de administración elegidos democráticos. Por ello resulta difícil cambiar el equilibrio existente de la distribución de los fondos entre departamentos y ciertos campos tecnológicos, lo que, a su vez, implica que a veces resulta imposible de diversificar y de introducir cambios. Aunque el campo tecnológico de ciertos departamentos pierde su importancia será difícil cerrarles o cambiar la orientación de la I+D a campos más prometedores. Este problema queda todavía más patente debido a la carencia de una buena voluntad de las universidades o los investigadores de explorar nuevas áreas o al miedo del desempleo, pérdida de status y/o fondos financieros. En tales casos los gobiernos y los partidos políticos deberían conducir, desde fuera, los cambios hacia una reorientación de prioridades y distribución de fondos.

El quinto grupo de barreras o los problemas que limitan las relaciones de la ciencia-industria se relaciona con el marco institucional y cultural de la comunidad científica y de sus organizaciones incluyendo el comportamiento de sus agentes e individuos. Algunos aspectos importantes y correlacionados son: (1) la estructura de la recompensa e incentivos de los científicos académicos; (2) la cultura de publicación y ciencia abierta versus la cultura empresarial de secretismo y la comercialización; (3) la falta de una cultura emprendedora en combinación con la tradición académica; (4) el marco de organizacional de las actividades de la transferencia de conocimientos; (5) y las reglas éticas y los estándares.



Un obstáculo importante para RECIN es la estructura formal e informal de la recompensa e incentivos para los científicos del sector público de la investigación. Estos se orientan claramente hacia los resultados científicos mientras que la comercialización de los resultados de investigación y la cooperación con la industria no se reconoce en la valoración de la actividad de los investigadores reflejado en sus sueldos y su reputación científica. De hecho las actividades comerciales de un científico pueden tener un efecto negativo indirecto en su sueldo y a menudo en su reputación académica. Canton y otros (2005) discuten que el reconocimiento científico esté basado en “publish or perish culture”<sup>236</sup> y los incentivos no anima a actividades que llevan los resultados científicos al mercado. Por supuesto los incentivos para que los investigadores generen relaciones con la industria divergen entre los países o aún entre las universidades del mismo país. Por ejemplo en Estados Unidos las universidades más prestigiosas se consideran unidades que compiten entre ellas para recibir ayuda financiera y contratos de la I+D a base de su nivel de la excelencia y del interés económico y social de su investigación para las empresas o las fundaciones y agencias públicas. Las universidades estadounidenses compiten en atraer los mejores y más talentosos investigadores ofreciendo mejores salarios y condiciones de trabajo. Mientras que en España, por ejemplo, todos los investigadores de la universidad tengan por ley el mismo salario por lo que se impide discriminar positivamente los investigadores más talentosos o productivos en contra de los menos productivos<sup>237</sup>. Por otro lado, los académicos en Inglaterra tienen contratos privados y su continuidad y promoción depende entre otros de su capacidad de atraer fondos para la investigación o enseñanza.

Uno de los aspectos mencionados y discutidos respecto a las diferencias culturales entre los empresarios y los científicos - y relacionada directamente con el sistema de la recompensa y la posibilidad de cooperación en proyectos comunes- es la norma del acceso libre de los resultados científicos (ciencia abierta) versus el secretismo necesario para poder competir en el mercado a base de ventajas comparativas. Existe a menudo la necesidad por parte de las empresas privadas de mantener resultados de investigación secretos para evitar su difusión o imitación por los competidores potenciales. La norma de la “ciencia abierta” de la comunidad científica está en la contradicción con “norma del secreto” en el sector de mercado y las empresas privadas (Dasgupta y David, 1994) porque las empresas quieran o necesitan guardar el secreto de los resultados de investigación (o por lo menos parte de ella) para poder apropiarse de los resultados de su inversión y para mantener sus ventajas competitivas en el mercado. (Discutida brevemente en la sección 2. 4) La “publish or perish culture” mencionada por Canton y otros (2005) sostiene la necesidad de un científico de publicar para mejorar su reconocimiento académico lo que contrasta con los intereses del sector privado. Por lo tanto un científico podría ser reticente a cooperar con la industria si resulta difícil o imposible publicar los resultados. Al mismo tiempo la industria está menos interesada en la financiación de la investigación en el caso que los resultados serán accesibles para sus competidores. Esto es un problema porque sin la interacción personal con los científicos muchas empresas no podrán utilizar conocimiento académico” (Canton y otros, 2005).

---

<sup>236</sup> La cultura de publique o falezca

<sup>237</sup> Aunque existen diversos mecanismos que ofrecen teóricamente un plus de productividad de unos 5-10 por ciento. Resulta que en términos reales muchos de los mecanismos no evalúan realmente las diferencias y generan un aumento salarial de forma generalizada para todos los profesores e investigadores. Son mecanismos de un muy bajo nivel discriminatorio. Además este plus de productividad no se renueva cada periodo pero se perpetúa para todo la carrera.

Otra barrera importante para la conversión de resultados científicos en productos comerciales es la carencia de una cultura emprendedora por parte de los científicos académicos. Una buena cultura emprendedora implica que el investigador entiende e identifica usos comerciales posibles y en segundo lugar tiene la capacidad de desarrollar las aplicaciones en un tiempo determinado y de costes razonables. Los investigadores científicos se quedan en general estancado en los primeros etapas (científicas) y una vez publicados sus resultados no se implican ni se interesan en una posible comercialización de sus ideas. En general la nueva sabiduría científica se puede considerar como conocimiento tácito y en este caso sería el investigador mismo que entiende mejor las implicaciones y las posibilidades futuras. Sin embargo, la historia ha dejado claramente patente que incluso las empresas y los empresarios de mucho renombre no siempre entienden el potencial de mercado de sus propios resultados de investigación especialmente en el caso de nuevos campos tecnológicos híbridos. Hay varias causas que explican esta carencia del espíritu emprendedor. Como mencionado ya, tradicionalmente los científicos consideran la investigación académica como actividad objetiva independiente que legitima su existencia (Louis y otros, 1989), y las actividades comerciales estarían fuera del alcance de un científico académico que respeta a si mismo. Por otra parte, a nivel individual un número de investigadores consideran la investigación aplicada una actividad aburrida y lejana de la idea abstracta original (Thursby y Thursby, 2002). El desarrollo de la investigación experimental o de un prototipo sería para ellos desperdiciar el tiempo y requiere a menudo menos experiencia y maestría académica. Es decir es un trabajo de una menor complejidad y menos interesante para un investigador.

Este desprecio y/o falta de interés en la I+D aplicada se traslade a los jóvenes investigadores<sup>238</sup> que además se ven presionado para publicar, ya que, tal publicaciones son esencial y un condición necesaria para promocionarse y obtener un puesto de trabajo estable. Todo ello implica que la mayoría de los investigadores no están al tanto de las posibilidades en el mercado o de la manera de asegurar un buen desarrollo de producto y una introducción comercial. Aunque los científicos estuvieran al corriente de las oportunidades del mercado, podrían carecer de las calificaciones requeridas para gestionar y liderar el proceso completo de la comercialización y la protección de sus innovaciones debido a la falta de una cultura empresarial. Otros factores destacados, se relacionan con las leyes éticas y de los estándares impuestos, por una empresa, organización o el gobierno nacional. Tales leyes o normas (escritos o no escritos) ponen las reglas en los límites permitidos en la investigación científica como en el caso del uso científico de las “embriones madres”. Existen ciertos aspectos humanos que se podría analizar por razones científicas pero cuya comercialización se considera éticamente inaceptable lo que limite los fondos disponibles.

## **6. 2. Los factores críticos de éxito de las actividades de la transferencia tecnológica de los centros de investigación científica y aplicada.**

En esta sección se ofrecen un modelo estratégico respecto a las actividades de la transferencia tecnológica de las universidades, los OPIs, etc. .... Esta sección se basa en un trabajo de Schmoch (2000) que ofrece un análisis de los factores críticos del éxito (FCE) de las actividades de la transferencia tecnológica a base de las experiencias de los

---

<sup>238</sup> An exception is the polytechnic schools in Germany. To get a job there you need at least 5-year experience in a firm and on a certain level.

principales centros de investigación científicos en Alemania<sup>239</sup>. Los FCEs mencionados por Schmoch se pueden dividir en dos grupos. El primer grupo recoge los FCEs del funcionamiento y de la organización interna de las actividades de I+D que deberían asegurar la capacidad de la transferencia tecnológica de forma satisfactorio tanto a corto como a largo plazo. De hecho estos aspectos internos son similares a los conceptos de la literatura de la gestión estratégica empresarial. La organización de las organizaciones científicas se podría comparar con las empresas que debe vigilar no solo la transferencia o las “ventas actuales” del conocimiento sino también debe anticipar a las necesidades de sus mercados futuros a medio y largo plazo. Por lo tanto, tienen que analizar el conjunto de sus productos (sus conocimientos y tecnologías) mediante una auditoria estratégica y desarrollar un plan estratégico de inversiones en I+D para asegurar su supervivencia al largo plazo.

Las Organizaciones Intensivos en Conocimiento (OIC) deben realizar un análisis realista de sus capacidades existentes para ajustar y reorientar sus estrategias a las nuevas tendencias científicas y tecnológicas. Tales análisis estratégicas deben contar con la cooperación de una amplia gama de expertos externos -tanto de la ciencia y de la industria- que deben diseñar una visión clara sobre la futura de la demanda y tendencias científicas e industriales. Tal análisis estratégico debe tener en cuenta aspectos similares que se han comentado analizando los modelos de financiación (financiación base versus la financiación competitiva) para la I+D publica (véase también la sección 4. 3. el cuadro 3 y 4). Tanto los centros tecnológicos como las universidades (emprendedoras) y/o los centros de investigación públicos deben perseguir un buen equilibrio entre las actividades a corto y largo plazo. Deben distribuir sus fondos financieros entre los proyectos aplicados a corto plazo y proyectos estratégicos a largo plazo (hacia tecnologías emergentes) para crear capacidad tecnológicas nuevas y para asegurar que en el futuro el sistema nacional o regional de innovación no queda obsoleta. Las UNIs y OPIs deben realizar simultáneamente proyectos bajo contrato para que los clientes industriales obtengan o mantengan su conocimiento y se transforma los conocimientos científicos en aplicaciones en el mercado. Los investigadores individuales deberían participar tanto en I+D básica como aplicada para que obtengan una visión mucha más amplia y para crear una cultura emprendedora. Pero si los investigadores y los institutos de investigación se oriente demasiado o exclusivamente hacia proyectos aplicados, se podrían desviar recursos que se podrían necesitar en áreas emergentes y cruciales para la competitividad de la organización a largo plazo. La gran cantidad de contratos empresariales reflejados en una gran capacidad de investigación aplicada basados en proyectos a corto plazo podría reflejar a un instituto exitoso pero puede limitar las opciones futuras a largo plazo. Asegurar las relaciones ciencia-industria a largo plazo requiere una planificación estratégica ya mencionada con –si fuera posible- la implicación y participación del sector privado a partir de cooperación y co-financiación.

El segundo tipo de FCE se relaciona con el marco organizacional de la transferencia tecnológica (TT). Cómo se puede poner en el mercado los productos basados en los conocimiento científicos y qué canales de transferencia tecnológica o qué tipo de relaciones ciencia-industria son los más eficaces y eficientes? Ya se ha mencionado el equilibrio necesario entre la I+D estratégico a largo plazo y la I+D aplicado a corto plazo. Otro aspecto de organización mencionado por Schmoch (2000) es la descentralización de la responsabilidad de la transferencia tecnológica. Él argumenta

---

<sup>239</sup> *Universities, Max Planck Society, Fraunhofer Society, Helmholtz Association*

que la separación entre una unidad dedicada específicamente y de forma centralizada a la transferencia tecnológica versus los departamentos científicos tendría efectos negativos para la transferencia de la tecnología y del conocimiento. La responsabilidad de la transferencia tecnológica (TT) se debe asignar a los departamentos científicos y a los investigadores en combinación con el establecimiento de las estructuras institucionales y las incentivas para la comercialización de los resultados científicos. Esto no significa que las unidades externas en apoyo de los departamentos científicos no son necesarias. De hecho algunas de las actividades de la transferencia podrían o deben ser externas. Tal externalización es importante porque estas actividades requieren habilidades especiales a menudo más allá de las capacidades de los investigadores científicos por ejemplo respecto a la solución de los problemas legales que podrían existir. Sin embargo tal externalización se debe combinar con un alto nivel de interacción institucional entre las unidades externas y los departamentos científicos. Estos últimos se debe implicarse especialmente en la explotación orientada hacia la comercialización (desarrollo de los prototipos, la producción experimental etc. ). Esto es necesario porque la aplicación de conocimientos científicos requiere normalmente habilidades muy especiales basadas en los conocimientos tácitos de que a veces solo disponen los investigadores. Ellos han acumulado las experiencias y conocimientos durante el desarrollo de las nuevas tecnologías y conocen mejor que ninguno sus posibilidades – y también muy importante- sus limitaciones.

## **7. Conclusiones: La universidad emprendedora como concepto de futuro**

Una discusión relevante es el hecho si la implicación de las universidades en actividades emprendedoras es un desarrollo positivo o negativo. En esta sección se recoge, a modo de conclusiones, las ventajas y desventajas del concepto de la universidad emprendedora. Hay un cierto acuerdo en el impacto positivo potencial de la RECIN sobre el desarrollo económico y sobre las capacidades tecnológicas, sobre el nivel de la competitividad de las empresas y sobre el sistema regional de la innovación en su conjunto. Sin embargo también existen algunos efectos negativos. En esta revisión discutiremos los aspectos principales al respecto. Aunque esta sección se limita a las universidades se podría sacar, salvando el tema de la formación del capital humano, conclusiones muy parecidas respecto a los organismos públicos de investigación.

La comercialización y el reajuste del sistema académico hacia “universidades emprendedoras” pueden tener dos consecuencias no deseados muy relevantes. En primer lugar la comercialización podría conducir a más secreto y a menos acceso libre porque las relaciones empresariales más intensas podrían limitar la publicación y el acceso libres a los resultados académicos. Esto implica por un lado una distorsión del mercado libre debido al uso comercial de los resultados de investigación público financiados conjuntamente por las empresas y la administración pública. Especialmente en el caso que las licencias ofrecen la exclusividad de uso de los resultados a un precio bajo a algunas empresas específicas, excluyendo a otros competidores del acceso a los resultados de la I+D pública. Esto también implica la pérdida de la cultura de la “ciencia abierta” en la cual los resultados de investigación públicos -financiados con fondos públicos- se pueden utilizar por todos los agentes del sector productivo en el sentido de un “bien público” en términos de “Arrow”. Otro tipo de consecuencia es que una universidad emprendedora podría desviar sus actividades de la investigación fundamental a largo plazo hacia actividades de investigación aplicada. Un modelo emprendedor excesivo cortoplacista tendría un impacto negativo en la inversión en la

investigación básica. Es decir, no se invertiría lo suficiente en proyectos cuyo periodo de amortización es a largo plazo y se desviaría las inversiones hacia proyectos de interés comercial a corto plazo. Ambos aspectos serían relevantes para la labor científica tanto en UNIs como en OPIs. Además para las universidades existe un tercer problema siendo los efectos negativos sobre el comportamiento de investigadores y de universidades públicos. Aquellos profesores implicados en la comercialización podrían dar menos atención a las responsabilidades de enseñanza y otras actividades. Aunque este problema también existe para aquellos profesores implicados en proyectos ambiciosos de la I+D básica.

Los problemas del acceso y la ciencia abierta versus el secretismo en el caso de las universidades emprendedoras refieren al impacto de resultados científicos en el mercado y el sector productivo. Como mencionado por Arrow el estado debe apoyar la I+D y hacerlo público para que este disponible para el sector productivo en su conjunto, ampliando de esta forma la frontera tecnológica e indirectamente las ventajas competitivas de un país y de sus empresas. El conflicto entre la norma del acceso libre de la ciencia y la norma del secreto en el sector empresarial puede aumentar si el nivel de interacción con el sector productivo llega a ser más fuerte (Dasgupta y David, 1994; Stephan, 1996). Canton y otros (2005) indican que el hecho que no todos los nuevos conocimientos son revelados y codificados reduzca los beneficios sociales de la investigación universitaria porque el secretismo podría conducir a la duplicación inútil de la investigación, retrasando el adelanto de la ciencia y de la difusión de las nuevas tecnologías hacia otras empresas que no estén colaborando con las universidades. Licenciar la propiedad de los resultados de la investigación científica implica la apropiación de un bien público por ciertas empresas privadas y disminuye la difusión tecnológica potencial a otras empresas. Este hecho sería una amenaza a la cultura de la “ciencia abierta” (David, 2004; Nelson, 2004; Geuna y Nesta, 2006).

En el caso que el conocimiento se vende a un precio bajo, la comercialización podría reducir la competición del mercado libre. La propiedad de los resultados de investigación al final del proyecto o en fases intermedias es un problema porque la publicación de los resultados pueden ser obstaculizado o retrasados por las necesidades comerciales del secreto retrasando la difusión de los resultados. La supuesta limitación que tendría la venta de los patentes a empresas individuales sobre la mayor difusión de las nuevas tecnologías y resultados científicos se podría abordar parcialmente por una manera más creativa de licenciar a base de derechos de propiedad intelectual no exclusivos (Antonelli, 2008). Un estudio de Feldman et al (2007) muestra casos específicos de licencias no-exclusivas como un modelo más conveniente para que al mismo momento se protege las inversiones de las empresas en al I+D pública mientras que no impide maximizar la difusión y el uso de un nuevo resultado científico por otros agentes.

Puede ser necesario que las empresas que no tienen cierta (o tienen menos) exclusividad no estén interesadas en el desarrollo adicional de los resultados científicos embrionarios porque, en este caso, otras empresas pueden imitarles desarrollando productos o innovaciones similares. Es decir, si las empresas no son seguras que pueden apropiarse de las innovaciones y nuevos progresos basados en la investigación pública no harán las inversiones adicionales de I+D necesarios para el desarrollo adicional. La disponibilidad temprana de licenciar nuevas ideas podría asegurarse de que las empresas co financian la investigación ya que sus inventos o uso específico estarían protegida. Esto podría conducir a un aumento la inversión total de la I+D. Sin embargo, la licencia parcial o no

exclusiva no impide totalmente que otras empresas puedan utilizar los resultados científicos para otros propósitos. Otros autores apoyan la interacción entre la ciencia y la industria y argumentan que ésta asegura un de alto nivel de la utilidad de la investigación financiada a través de fondos públicos. Murray (2005) discute que el uso privado de ideas científicas no implique simplemente un monopolio ni termina en una privatización de los resultados de investigación porque los científicos académicos defienden la “ciencia abierta” y se creará una economía híbrida en la cual las empresas y los inventores académicos utilicen patentes para proteger y para intercambiar su nuevo conocimiento. Sin embargo esta nueva situación puede ser menos eficiente o eficaz que la “ciencia abierta pura” debido a los costes de la transacción asociados al patentar (Geuna/Muscio, 2009).

Un tercer argumento a favor de licenciar los resultados de investigación públicos para las empresas privadas tiene que ver con el carácter específico de resultados científicos. Estos son de carácter tácito por lo que la cooperación privada-pública es necesaria para una transferencia óptima. Como ya indicado, el resultado de la investigación académica se convierte en un bien público si el conocimiento es codificado por los investigadores y publicado en revistas científicas, las descripciones técnicas de las patentes etc.. Pero no todos los aspectos relevantes del conocimiento pueden ser codificados y algunos aspectos relevantes a menudo se quedan excluidos de esta codificación (intencionalmente o no). El conocimiento tácito es necesario para entender completamente la idea científica y sin este conocimiento su difusión no es fácil. Especialmente en nuevas disciplinas científicas emergentes - con un número bajo de expertos y con un nivel bajo de codificación y estandarización- basados en conocimientos tácitos difíciles de codificar. En tales campos la transferencia del conocimiento es más difícil y se requieren los contactos personales cara a cara. Cantón y otros (2005) destacan que el científico que limita su difusión a las publicaciones (incentivado por su sistema de la recompensa) limita al mismo tiempo de la ciencia abierta porque si no se implica personalmente en la difusión mediante contactos con la industria gran parte del potencial de los conocimientos científicos no se aplican ni se difunden. Es decir, el uso comercial óptimo de resultados académicos es claramente limitado sin una interacción directa con industria que permite transferir los conocimientos tácitos. Esto significaría que muchas empresas no pueden utilizar conocimiento académico y sean solamente parcialmente accesibles por un grupo pequeño de agentes con capacidades tecnológicas altamente desarrolladas y muy específicas. En este aspecto la importancia de la proximidad geográfica adquiere un papel más importante debido a la combinación indisoluble entre el conocimiento tácito y codificado donde los contactos cara a cara limita o facilita la difusión del conocimiento a los agentes locales. De hecho la literatura demostró que la difusión de los resultados académicos están localmente concentrada (Mansfield, 1995; Jaffe, 1989; Adams, 2002).

Como se indica en el cuadro 4 las RECIN también pueden generar desventajas. Como ya indicado podría tener un impacto negativo sobre la cultura de “ciencia abierta” (Nelson, 2001). Aunque como se acaba de argumentar en realidad las interacciones ciencia-industria podrían aumentar la accesibilidad a los resultados científicos debido al carácter tácito de los resultados científicos. Es decir, la ciencia abierta requiere interacción para asegurar una difusión rápida y óptima de los resultados científicos. La segunda consecuencia involuntaria y negativa de la comercialización excesiva de las universidades es el impacto indeseado desviando la orientación de las actividades de la

investigación hacia proyectos a corto plazo. La aplicación del concepto de la “universidad emprendedora” podría afectar negativamente el tipo de preguntas de la investigación tratadas (Stephan, 2001). La implicación intensiva de investigadores en actividades industriales y la presión de asegurar “value for money” puede influir negativamente en la investigación académica a largo plazo<sup>240</sup>.

**Cuadro 4. Compensaciones asociadas a las ventajas de las relaciones de la universidad-industria**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
• Ingresos adicionales para la universidad	• Impacto negativo para la cultura de la ciencia abierta (Nelson, 2001)
• Una difusión tecnológica más rápida	• Impacto negativo en estudiantes y su supervisión
• Revelan opciones respecto a nuevos campos o opciones de investigación	• Podría afectar negativamente el tipo de preguntas de la investigación tratadas (Stephan, 2001)
• Efectos positivos sobre plan de estudios	• Efectos negativos sobre plan de estudios
• Facilita el desarrollo económico local/regional	• Podría reducir la calidad y cantidad de la investigación básica (Louis en el al. 2001; Siegel en el al. 2003)
• Genera aprendizaje y transferencia mutua del conocimiento	• El académico podría dedicar menos tiempo en la enseñanza y servicios (Stephan 2001)

Adaptado de Poyago Theotdky, Beath, Siegel, 2002

Es decir, puede cambiar la orientación de las actividades científicas a largo plazo (la investigación básica o fundamental) hacia la investigación aplicada a corto plazo; disminuya el interés en la investigación básica especialmente en los campos donde el interés comercial es aparentemente menos prometedor; y puede disminuir la dedicación e implicación en la enseñanza y de la libertad de la investigación o la autonomía de las universidades y de los científicos. Por todo ello se debe combinar la “universidad emprendedora” con ayuda pública para la investigación fundamental. Esto estaría justificado debido a sus características específicas de la inversión a largo plazo. Tales proyectos son de mayor riesgo e incertidumbre por lo que las empresas son reacias a financiar tales actividades. Aunque puede que la investigación básica no genera resultados directamente aplicables si puede generar soluciones a largo plazo que se podría usar de forma indirecta. Este tipo de investigación amplía la frontera tecnológica que –a largo plazo- podría ser muy importantes para el desarrollo económico o para solucionar desafíos sociales (como salud, seguridad y la protección del ambiente). La implicación de la industria podría reorientar la investigación académica a actividades aplicadas más a corto plazo de la investigación lo que habría que complementar con una política a largo plazo.

La ejecución de la investigación básica a largo plazo es importante no sólo para la sociedad en su totalidad pero también para las universidades y OPIs mismos. La ventaja comparativa para la universidad, -aunque podría también desarrollar la investigación aplicada-, está en la investigación básica. Para asegurar sus ventajas competitivas

<sup>240</sup> Feller 1990; Faulkner & Senker 1995; Senker et al. 1998; Ziman 1994, 1996; Cohen et al. 1998; Blumenthal et al. 1997.

relevantes también en el futuro tienen que combinar la investigación aplicada a corto plazo con proyectos de investigación estratégico a largo plazo y mantener una combinación equilibrada de proyectos largos y a corto plazo diversificados.

El modelo comercial de las actividades de la investigación de la universidad podría crear conflictos de intereses y por lo tanto influenciar el desarrollo de un proyecto de investigación determinando y la dirección de las actividades de investigación en general. El conocimiento e instinto de los científicos conducen la investigación a intereses generales y puramente científicos, mientras que los criterios de los socios empresariales (con una planificación y “deadlines” muy rígidos, orientados a las posibles aplicaciones, etc. ) conduce la investigación hacia problemas practicas. Es decir, las RECIN generan tensión entre la opción de ejecutar investigación aplicada versus básica. En algunos casos también el miedo a perder los contratos (fondos) de un socio industrial podría influenciar la decisión para investigar un producto concreto lo que afectaría a la libertad académica. Los que están preocupados por la cultura de ciencia abierta e independiente argumentan que la libertad de la investigación es la condición inevitable para la producción del conocimiento.

Hay pocos estudios que contrastan estos problemas teóricas en la realidad empírica. Los pocos estudios empíricos demuestran que las relaciones ciencia industria influncian la selección de las actividades de la I+D, sin embargo, los resultados empíricos sobre el impacto exacto son confusos. Mansfield (1995) indica que más del 50% de los investigadores académicos entrevistados indican que la orientación de su investigación es el producto de sus interacciones con el mundo empresarial y también el alrededor 50% indica que la dirección de su trabajo fue influenciada por los patrocinadores y los usuarios potenciales. Sin embargo el estudio de Mansfield analizaba solamente pocos campos tecnológicos de disciplinas aplicadas tales como electrónica y química. Sin embargo varios estudios (Blumenthal y otros. 1997; Mowery y Ziedonis, 2002; y Thursby y Thursby 2000) argumenta que no haya una relación clara entre la RECIN y la reorientación de la I+D a la investigación básica y la causalidad entre esos dos aspectos es confuso. El aumento de las actividades que se licencian no es un efecto de la reorientación de la I+D sin embargo de un cambio de la actitud de los científicos hoy en día están más interesados en la protección de sus resultados debido al creciente clima emprendedor. De acuerdo con los estudios mencionados Canton y otros (2005) concluya que no hay evidencia fuerte en la literatura que la interacción de la ciencia-industria conduce a los problemas en el acceso de los resultados de investigación científicos o a un cambio de orientación de la investigación fundamental hacia la investigación aplicada.

Aunque es verdad que la creación de la “universidad emprendedora” podría reducir la calidad y cantidad de la investigación básica (Louis en el al. 2001; Siegel en el al. 2003) también se debe destacar que varios de esos problemas se podían solucionar parcialmente mediante unas medidas gubernamentales que asegura una planificación optima de la distribución de los fondos para la investigación. Por ejemplo, el establecimiento de un porcentaje mínimo de los fondos que tiene que ser orientados a la investigación básica.



### Referencias bibliográficas

- 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*, Vol. 30, p. 625-641.
- Adams, J. D. , Chiang, E. P. and Starkey, K. (2001), 'Industry–University Cooperative Research Centers', *Journal of Technology Transfer*, 26(1–2), 73–86.
- Adams, J. D. (2001) Comparative Localization of Academic and Industrial Spillovers. NBER Working Paper Series 8292. NBER: Cambridge.
- Almus, M. y Czarnitzki, D. (2003): The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities: The Case of Eastern Germany. *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 21, No. 2, p. 226-236.
- Antonelli, Cristiano 2003: The economics of innovation, new technologies and structural change. *Studies in global competition* 14. London–New York: Routledge
- Antonelli C. , (2008), The new economics of the university: a knowledge governance approach, *Journal of Technology Transfer* 33: 1–22.
- Antonelli, C. (1989): A Failure-Inducement Model of Research and Development Expenditure, Italian Evidence from the Early 1980's. *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, Vol. 12, No. 2, p. 159-180.
- Arnold, E. , Rush, H. , Bessan, J. , Hobday, M. (1998): Strategic planning in Research and Technology Institutes. *R&D Management* 28(2): 89-100.
- Arnold, H. M. (2010): Applied technology and innovation management: insights and experiences from an industry-leading innovation centre. Berlin [etc. ], Springer.
- Arnold, J. , R. Bradbury, et al. (2007): *Vinieron del espacio*. Madrid, distribuido en España por Universal Pictures Iberia.
- Arundal, A. , Geuna, A. (2004): Proximity and the use of the public science by innovative European firms, *Economics of Innovation and New Technology Taylor and Francis Journals*. 13 (6): 559-580.
- Arvanitis, S et al. (2002): Microeconomic Approaches to the Evaluation on RTD Policies: A Non-technical summary of the State of the Art. Working Paper: Swiss Institute for Business Cycle Research, No. 55, p. 1-14.
- Audretsch, D. B. S. , Paula E. (1996): Company-Scientist Locational Links: The Case of Biotechnology. *The American Economic Review (AER)*: 86(3): 641 - 652.
- Audretsch, D. B. , M. P. Feldman, et al. (1994): Knowledge spillovers and the geography of innovation and production. London, Center for Economic Policy Research.
- Audretsch, D. B. , Stephan, P. (1996): Company–scientist locational linkages: the case of biotechnology. *American Economic Review* 86, 641–652.
- Azzone, G. , Maccarrone, P. (1997): The emerging role of lean infrastructures in technology transfer: the case of Innovation Plaza Project. *Technovation*.
- Barge-Gil, A. , Santamaría, L. Modrego, A. (2011): Complementarities between universities and technology institutes: New empirical lessons and perspectives. *European Planning Studies*. Forthcoming.
- Baumol, W. J. (1993): Entrepreneurship, management, and the structure of payoffs. Cambridge, Mass. [etc. ], The MIT press.
- Bekker, R. , Verspagen, B. (2006): The different channels of university-industry knowledge transfer: Empirical evidence from Biomedical Engineering.
- Bercovitz, J. , Feldman, F. (2006): Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding Knowledge Based Economic Development. *Journal of Technology Transfer* 31: 175–188.
- Bercovitz, J. , Feldman, M. (2007): Fishing upstream: Firm innovation Strategy and university research alliances, *Research Policy* 36, 930-948.
- Bercovitz/Feldman 2006Bercovitz, J. , Feldman, M. (2007) Fishing upstream: Firm innovation Startegy and univeristy research alliances, *Research Policy* 36, 930-948. Bercovitz, J. , Feldman, M. (2004) Academic entrepreneurs: Social learning and participation in university technology transfer. Durham, The Fuqua School of Business and Rootman School of Management, Durham University.
- Beugelsdijk, S. (2007): A multi level analysis of social capital and innovation in economic geography. Radboud Universiteit Nijmegen Nijmegen School of Management Business Administration.
- Blumenthal, D. , E. G. Campbell, M. S. Anderson, N. Causino and K. S. Louis, 1997, Withholding research results in academic life science: Evidence from a national survey of faculty, *Journal of the American Medical Association*, vol. 277, pp. 1224-1228.
- Boschma R. A. (2005): *Proximity* and innovation: a critical assessment, *Regional Studies* 39 , 61-74.

- Boschma, R. A. , R. C. Kloosterman, et al. (2005): Learning from Clusters A Critical Assessment from an Economic-Geographical Perspective. The GeoJournal Library. Dordrecht, Springer.
- Brennenraedts, R. , R. Bekkers y B. Verspagen. 2006. The Different Channels of University–industry Knowledge Transfer: Empirical Evidence from Biomedical Engineering. Eindhoven Centre for Innovation Studies. Holanda. Working paper 06.04.
- Brennenraedts, R. R. B. B. V. (2006). "The different channels of university-industry knowledge transfer: Empirical evidence from Biomedical Engineering. " Working Paper 06.04.
- Breschi, S. L. , Francesco (2001): Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. KITeS Working Papers.
- Breschi, S. , and F. Lissoni. (2001): Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. *Industrial and Corporate Change* 10, no 4: 975-1005.
- Bruce, K. and Zander, U. (1993): Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *International Business Studies* 34: 495-497.
- Buesa, M. and Heijs. J. (coord. ) (2007): Sistema regional de innovación: nuevas formas de análisis y medición; FUNCAS, Madrid.
- Buesa, M. ; Barge. A. (coordinators) Heijs, J; Baanante, I. y Moya, E. (2011): The role of technology centres for science industrial relationships Work package 4 - Report 3 of the CIA4OPM project. [www.cia4opm.com](http://www.cia4opm.com)
- Buesa, M. ; Molero, J. (1998): Tamaño Empresarial e Innovación Tecnológica en la Economía Española. *Información Comercial Española*, No. 773.
- Buiseret, T. ; Cameron, H. M. ; Georgiou, L. (1995) What Differences Does it Make? additionality in the Public Support of R&D in Large Firms. *International Journal of Technology Management*, Vol. 10, Nos. 4/5/6: 587-600
- Bush, V. (1946). *Endless Horizons*. Washington, D. C. : Public Affairs Press.
- Bush, V. (1967). *Science is Not Enough*. New York: Morrow.
- Busom, I. (2000): An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies. *Economic Innovation and New Technology*, Vol. 9, p. 111-148.
- Canton, E. , Lanser, D. , Noailly, J. , Rensman, M. , van de Ven, J. (2005): Crossing borders: when science meets industry.
- Capron and van Pottelsbergh, 1997
- Capron, H. (1992), *Economic and Quantitative Methods for the Evaluation of the Impact of R&D Programs: A state of art*. EUR 14864 EN, Commission European. Brussels.
- Capron, H. (Ed. ): (1992): *Proceedings of the Workshops on Quantitative Evaluation of the Impact of R&D Programmes*. Unión Europea.
- Carmichael, J. (1981): The Effects of Mission Orientated Public R&D Spending on Private Industry. *Journal of Finance*, Vol. 36, No. 3, p. 617-627.
- Carrincazeaux, C. L. , Yannick & Rallet, Alain (2001): Proximity and localization of corporate R&D activities,. *Research Policy* 30(5): 777-789.
- Casal Barge, S. I. , P. Donellan, et al. (2009): Development of the Risk and safety assessment of engineering laboratories in a University School of Engineering, mechanical laboratories. Vigo, [s. n. ].
- Clark, B. (1998): *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*, IAU Press.
- Clark, J. Freeman, C. Soete, L. (1983): Long Waves, Inventions and Innovation, in: C. Freeman, *Long Waves in the World Economy*, Gower Publishing Ltd, Aldershot.
- Cohen W. , R. R. Nelson and J. P. Walsh (2002), *Links and impacts: The Influence of public research on industrial R&D*, *Management Science* 48(1): 1–23.
- Cohen, W. M. and D. A. Levinthal, (1989): Innovation and learning: The two faces of R&D, *The Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- Cohen, W. M. and D. A. Levinthal, 1989, Innovation and learning: The two faces of R&D, *The Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- Czarnitzki, D. y Fier, A. (2002), “Do Innovation Subsidies Crowd Out Private Investment? Evidence from the German Service Sector”. *Applied Economics Quarterly*, Vol. 48, No. 1, p 1-25.
- Dasgupta, A. K. and D. W. Pearce (1992): *Cost-benefit analysis: theory and practice*. London, Macmillan.
- Dasgupta, P. and P. A. David, (1994, Towards a new economics of science, *Research Policy*, vol. 23, no. 5, pp. 487-521.
- Dasgupta, S. , H. Hettige, et al. (1998): What improves environmental performance?: Evidence from Mexican industry. Washington, DC, World Bank, Development Research Group.
- David P. A. (2004) Can ‘Open Science’ be Protected from the Evolving Regime of Intellectual Property Rights Protections? *Journal of Theoretical and Institutional Economics* 160: 1-26.

- David, P. , Mowery, D. , & Steinmueller W. (1992): Analyzing the Economic Payoffs from Basic Research. *Economics of Innovation and New Technology* 2: 73-90.
- Davidsson, P. 1995. Culture, structure and regional levels of entrepreneurship, *Entrepreneurship and Regional Development* 7, 41-62.
- den Hertog, P. (Dec 2000), Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation, 4, *International Journal of Innovation Management*,
- DEST (2002) Report: Best Practice Processes for University Research & Commercialisation
- Diamond, A. (1998): Does Federal Funding Crowd Out Private Funding of Science? Presentation at the American Economics Association Meetings, Chicago.
- Dosi, G. (1982): Technical paradigms and technological trajectories - a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change. *Research Policy*, 11 (3): pp. 147-62.
- Dosi, G. (1984): Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry. London, Macmillan.
- Dosi, G. Piccole e medie imprese e innovazione in Italia.
- Dosi, G. , C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg, & L. Soete. (1988): Technical Change and Economic Theory. London: Pinter Publishers.
- Duguet, E. (2003): Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? Evidence from France using Propensity Score Methods for Non-experimental data. Working Paper: Maison des Sciences Économiques, Université de Paris I. <ftp://mse.univ-paris1.fr/pub/mse/cahiers2003/V03075.pdf>
- Echeverria, I, J. (1998): Compiten las naciones?: dos enfoques. Pontificia Universidad Católica del Perú Departamento de Economía.
- Etzkowitz H. (1991), Academic – Industry Relations: A Sociological Paradigm for Economic Development, Department of Computer Science, Columbia University, New York.
- Etzkowitz, H. , Webster, A. , Gebhart, C. , & Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313–330.
- Etzkowitz, H. (2008): The triple helix university-industry-government innovation in action. New York, N. Y. ; London, Routledge: 164 p.
- Etzkowitz, H. , Leydesdorff, L. (2000) The dynamics of innovation: from national systems and Mode 2 to a Triple Helix of university-industry-government relations, *Research Policy* 20, 109-123.
- Etzkowitz, H. ; Leydesdorff L. (eds. ) (1997). *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell Academic.
- Fagerberg, J. (1994) Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXII, (September)
- Feldman, B. J. a. M. (2007): Fishing upstream: Firm innovation strategy and university reserch alliances, . *Research Policy* 36: 930-948.
- Georgellis, Y. and Wall, H. 2000. What makes a region entrepreneurial? Evidence from Britain, *The Annals of Regional Science* 34, 385-403.
- Georgiou, L. (1994) Impact of the Framework Programme on European Industry. Comision Europea
- Geuna A. and L. Nesta (2006), University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence, *Research Policy* 35, 790-807.
- Geuna, A, 1998, 'Resource Allocation and Knowledge Production: Studies in the Economics of University. Research,' Manuscript Universiteit Masstricht. Forthcoming as *The Economics of Knowledge Production: Funding and the Structure of University Research* from Edward Elgar.
- Geuna, A. (1999): The economics of knowledge production: funding and the structure of university research. Cheltenham England ; Northampton, MA, E. Elgar.
- Geuna, A. and Muscio, A. (2009) The Governance of University Knowledge Transfer: A Critical Review of the Literature, *Minerva*, 47, 93-114.
- Geuna, A. , A. J. Salter, et al. (2003): Science and innovation: rethinking the rationales for funding and governance. Northampton, MA, Edward Elgar Pub.
- Geuna, A. , Muscio, A. , (2009) The governance of University knowledge transfer
- Geuna, Aldo. 1999. The Changing Rationale for University Research Funding: Are there Negative Unintended Consequences. Paper no. 33 of SPRU Electronic Working Papers Series, Sussex University, Falmer, Brighton.
- Griliches, Z. (1979): Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, p. 92-116.
- Griliches, Z. (1986): Productivity, R&D and Basic Research at Firm Level, Is there still a relationship?. *American Economic Review*, Vol. 76, No. 1, p. 141-154.

- Griliches, Z. ; Lichtenberg, F. (1984): R&D and Productivity Growth at the Industry Level, is there Still a Relationship. En: Griliches, Z. (Ed. ): 1984.
- Guellec and van Pottelsberg, 2000
- Guellec, D. And Van Pottelsberghe, B. (2003): "The impact of public R&D expenditure on Business R&D"; Economics of Innovation and New Technology, vol. 12, pp. 225-243.
- Hall, B. H. (2002): "The financing of research and development", Oxford Review of Economic Policy, vol. 18, págs. 35-51.
- Hall B. (2009): The Financing of Innovative Firms // European Investment Bank Papers. 2009. Vol. 14 (2). P. 8 – 29.
- Heijs, J (Coordinator); Baanante, I. y Moya, E. (2010): An inventory of obstacles, challenges, weaknesses of the innovation system and of the objectives and trends of R&D and innovation policies and their evaluation in selected European countries. Work package 4 - Report 1 of the CIA4OPM project. [www.cia4opm.com](http://www.cia4opm.com)
- Heijs, J (Coordinator); Baanante, I. y Moya, E. (2011): Critical success factors of science – industry relationships and best practices for the evaluation of the policies to promote such relationships. Work package 4 - Report 2 of the CIA4OPM project. [www.cia4opm.com](http://www.cia4opm.com)
- Heijs, J. (2003): Free rider Behaviour and the Public Finance of R&D Activities in Enterprises: The Case of the Spanish Low Interest Credits for R&D. Research Policy, Vol. 32, No. 3, p. 445-461.
- Heijs, J. (2000b) Financiación Pública de la I+D Empresarial: Evaluación de los Créditos Blandos para Proyectos de I+D. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid
- Helfat CE. 1997. Know-how and asset complementarity and dynamic capability accumulation: the case of R&D. Strategic Management Journal 18(5): 339–360.
- Herbig, P. and Dunphy, S. (1998) 'Culture and Innovation', in: Cross Cultural Management: An International Journal, 5(4): 13-21.
- Herrera L, Nieto M (2008), "The national innovation policy effect according to firm location", Technovation, Vol. 28, pp. 540-550.
- Herrera L, Nieto M (2010), "Los efectos diferenciados de la política nacional de innovación en las regiones", Informe anual sobre el estado de la investigación y la innovación en España, FECYT, in press.
- Herrera, L (2008), La política de innovación y la empresa: Efecto y distribución de las políticas de innovación, Colección de Estudios, Consejo Económico y Social, Madrid.
- Herrera, L. and M. Nieto (2008), "The national innovation policy effect according to firm location", Technovation, 28 (8), 540-550.
- Hippel, V. (1998). "Economics of Product Development by Users: The Impact of "Sticky. " Management Science 44: 629-644.
- Jacob, M. , M. Lundqvist and H. Hellsmark, H. (2003): 'Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: the case of Chalmers University of Technology', Research Policy, 32, 1555-1568.
- Jaffe, A. B. (1989): Characterizing the technological position of firms, with application to quantifying technological opportunity and research spillovers. [S. l. ], [s. n. ].
- Jaffe, A. ,(1989): Real effects of academic research, American Economic Review, vol. 79, pp. 957-970.
- Jaffe, V. (1998): The Internet Searcher's Handbook: Locating Information, People, and Software. Journal of the American Society for Information Science 49(6): 567-567.
- Jensen, R. , Thursby, M. , 2001. Proofs and prototypes for sale: the licensing of university inventions. American Economic Review 91 (1), 240–259.
- Julien, P. A. (2007) *A Theory of Local Entrepreneurship in the Knowledge Economy*. Cheltenham, UK: Edward
- Kangasharju, A. 2000. Regional variation in firm formation: Panel and cross-section data evidence from Finland, Papers in Regional Science 79, 355-373.
- Klette, T. J. y Moen, J. (1998): R&D Investment responses to R&D subsidies: a theoretical analysis and econometric evidence, Presentation to the NBER Summer Institute, July.
- Klevorick, A. K. (1995): On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. Research Policy 24(2): 185–205.
- Kline, S. J. , Rosenberg, N. (1986): An Overview of Innovation; in: Landau, R. , Rosenberg, N. (eds. ): The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, Washington: National Academy Press: 275-305.
- Laredo, P. , Mustar, P. (2004); Public Sector Research: a Growing Role in Innovation Systems. Minerva 42(1): 11-27.
- Lerner, J. (1999): The Government as Venture Capitalist: The Long-run Impact of the SBIR program. Journal of Business, Vol. 72, No. 3, p. 285-318.
- Levinthal, C. a. (1989): A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity.

- Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology in its series 018.
- Levy, D. y Terlecky, N. (1983): Effects of Government Funding on Private R&D Investment and Productivity: A Macro Economic Analysis. *Bell Journal of Economics*. Vol. 14, p. 1551 – 1561.
- Leydesdorff, H. E. a. L. (1997): The dynamics of innovation: from national systems and mode 2 to a triple helix of university industry government relations. *Ciencias y Política Pública* 25: 195-203.
- Lichtenberg, F. , 1988. The private R&D investment response to federal design and technical competitions. *The American Economic Review* 78 (3), 550–559.
- Lissoni, B. S. a. F. (2001): Knowledge spillovers and local innovations systems: a critical survey. *Industrial and Corporate Change* 10(4).
- Louis, K. S. , Jones, L. M. , Anderson, M. S. , Blumenthal, D. , and Campbell, E. G. (2001), 'Entrepreneurship, Secrecy, and Productivity: A Comparison of Clinical and Non-clinical Faculty', *Journal of Technology Transfer*, 26(3), 233–45.
- Louis, K. S. , D. Blumenthal, M. E. Gluck and M. A. Stoto, 1989, Entrepreneurs in academe: An exploration of behaviors among life scientists, *Administrative Science Quarterly*, vol. 34, no. 1, pp. 110-131.
- Lundvall, B. A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning*; London, Pinters.
- Lundvall, B. Å. (1988): *Innovation as an Interactive Process: from User Producer Interaction to the National System of Innovation. Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter. Dosi, G. , Freeman, C. , Nelson, R. , Silverberg, G. , Soete, L. (eds. ): 349-369.
- Malerba, F. , Orsenigo, L. (1996) Schumpeterian patterns of innovation are technology specific. *Research Policy*, Vol. 25, pp. 451-478, 1996.
- Malerba, G. D. a. F. (2002): Interpreting industrial dynamics twenty years after Nelson and Winter's Evolutionary Theory of Economic Change: a preface. *Industrial and Corporate Change* 11: 619-622.
- Mansfield, E. (1968) *Industrial Research and Technological Innovation*. Norton, New York.
- Mansfield, E. (1984): R&D and Innovation Some Empirical Findings. En: *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press.
- Mansfield, E. (1991), *Academic Research and Industrial Innovations*. *Research Policy* 26, 773-776.
- Mansfield, E. (1995), *Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing*. *Review of Economics and Statistics* (Feb. ), 55-65.
- Mansfield, E. (1995): *Innovation, technology and the economy: the selected essays of Edwin Mansfield*. Aldershot (UK); Brookfield (USA): Edward Elgar.
- Mansfield, E. , (1995): *Academic research underlying industrial innovations: Sources, characteristics, and financing*, *Review of Economics and Statistics*, vol. 77, no. 1, pp. 55-65.
- Marra, M. A. (2007), Tamaño, restricciones financieras e inversión en I+D, *Revista de Economía Aplicada* *Revista de Economía Aplicada* Número 45 (vol. XV), 2007, págs. 99 a 123
- Marsili, O. , Verspagen, B. (2002): Technology and the dynamics of industrial structures: an empirical mapping of Dutch manufacturing. *Industrial and Corporate Change* 11: 791- 815.
- Martin, B. , Salter, A. , Hicks, D. , Pavitt, K. , Senker, J. , Sharp, M. , von Tunzelmann, N. (1996), *The relationship between publicly funded basic research and economic performance*. SPRU Report prepared for HM Treasury.
- Meyer-Krahmer, F. (1989) *Der Einfluss Staatlicher Technologiepolitik Auf Industrielle Innovationen*. Nomos Verlag.
- Meyer-Krahmer, F. y. S. , U (1998): Science-based technologies: university industry interactions in four fields. *Research Policy* 27: 835-851.
- Meyer-Krahmer, F. , Schmoch, U. (1998): Science-based Technologies: University-Industry Interactions in Four Fields, *Research Policy* 27, 835-851.
- Mowery, D. and N. Rosenberg, 1989, *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mowery, D. C. R. , Nathan Rosenberg (1989): *Technology and the pursuit of economic growth*, Cambridge University Press.
- Mowery, D. C. and A. Ziedonis, 2002, Academic patent quality and quantity before and after the Bayh-Dole Act in the United States, *Research Policy*, vol. 31, no. 3, pp. 399-418.
- Muller, E. and W. Zenker (1981). "Enzyme-histochemistry of the juxtaoral organ in man ("organ of Chievitz")." *Histochemistry* 71(2): 279-290.
- Muller, E. and Zenker, A. (2001): Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems *Research Policy*, vol. 30, No. 9, pp. 1501-1516.
- Murray F. (2005), *Exchange relationships & cumulative innovation: Standing on the Shoulders of the Oncomouse*, MIT Economic Sociology Seminar Toronto, University of Toronto.
- Muscio, A. G. A. (2008): *The governance of University Knowledge Transfer*. SPRU Electronic Working

- Paper Series 173.
- Myrdal, Gunnar. 1957. *Economic Theory and Under-Developed Regions*. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd.
- Narin, F. , Hamilton, K. S. and Olivastro, D. (1997) The Increasing Linkage between U. S. Technology and Public Science. *Research Policy*, 26, 317–320.
- Narin, F. , K. Hamilton, and D. Olivastro. 1997. The increasing linkage between U. S. Technology and public science. *Research Policy* 26: 317-30.
- Nelson R. R. (2004), *The Market Economy, and the Scientific Commons*, *Research Policy*, Vol. 33, pp. 455. 471.
- Nelson, R. (1959), *The Simple Economics of Basic Scientific Research*, *Journal of Political Economy* 67(2) 297-306.
- Nelson, R. (1984): *High-Technology Policies, a Five Nation Comparison*.
- Nelson, R. a. S. W. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press of Harvard University Press Cambridge MA.
- Nelson, R. R. (2001), ‘Observations on the Post-Bayh–Dole Rise of Patenting at American Universities’, *Journal of Technology Transfer*, 26(1–2), 13–19.
- Nelson, R. ; Winter, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. New York, N. Y. , Florida International University
- Nonaka, I. (1994): A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science* 5: 14-37.
- Núñez-Sánchez, R. , Barge-Gil, A. , Modrego, A (2011): Performance of knowledge interactions between public research centres and industrial firms in Spain: a project-level analysis. *Technology Transfer* 36.
- OCDE (1994); *Manual de Frascati*. OECD, Paris
- OECD (1998), *Main science and technology indicators*, OECD, Paris
- OECD (1999): *Managing National Innovation Systems*. Paris.
- OECD (2002b): *The Measurement of Scientific and Technological Activities (Frascati Manual)*; Paris.
- OECD (2005) *Report on Scientific Publishing*, Paris
- OECD European Commission, E. D. (2001): *Benchmarking Industry Science Relations - The Role of Framework Conditions*. Research Project.
- OECD, 2002, *STI Outlook 2002*, Paris.
- Papaconstantinou, G. ; Polt, W. (1997); *Policy Evaluation in Innovation and Technology: An overview*. OECD Conference *Policy Evaluation in Innovation and Technology: Towards Best Practices*.
- Pavitt [1991] Pavitt, N. (1991). *Samburu*. London, K. Cathie.
- Pavitt, K. (1993): What do firms learn from basic research? *Technology and the Wealth of Nations*. D. Foray and C. Freeman. London and New York, Pinter Publishers: 29-40.
- Pavitt, K. , (1984): Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy* 13, 343–373.
- Pearce, D. G. and R. Butler (1999): *Contemporary issues in tourism development*. London ; New York, Routledge.
- Pearce, D. , B. Porter, et al. (1999): *State of the Economy Forum*, February 9 (1999, 8:00 a. m. to 3:30 p. m. , Centennial Hall, Juneau, Alaska. Juneau, State of Alaska, Office of the Governor.
- Penrose, E. 1959. *The theory of the growth of the firm*. Blackwe ll, Oxford.
- Polanyi, M. (1967): *The Tacit Dimension*. New York: Anchor.
- Polanyi, M. (1969). "Knowing and Being. Edited with an introduction by Marjorie Grene. " *Chicago Chicago Pres*.
- Porter M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, London
- Porter, M. , 1980, *Competitive Strategy*, The Free Press, New York.
- Poyago-Theotoky, J. ; Beath; J; Siegel, S. ; (2002): *Universities and fundamental research: reflections on the growth of university–industry partnerships oxford review of economic policy*, vol. 18, no. 1
- Rey Hueriga, N. , A. M. C. Verdú, et al. (2007): *Estudi del creixement i la producció de Pleurotus ostreatus H9 en diversos substrats*.
- Rosenberg, M. (1991): *The Changing hemispheric trade environment: opportunities and obstacles*. Miami, Fla.
- Rosenberg, N. (1990), “Why do firms do basic research (with their own money)?” *Research Policy*, 19:165–174.
- Rosenberg, N. , Nelson, R. R. (1994), *American Universities and Technical Advance in Industry*. *Research Policy* 23, 323-348.
- Rothwell, R. (1983): *Evaluating the Effectiveness of Government Innovation Policies*.
- Saiz Briones, J. (2010) *Factores determinantes de la inversión financiera en innovación*. Tesis doctoral,

Universidad Complutense Madrid

- Sánchez, M. ; (2008) El sistema de I+D+I español. Quo vadis?, Economía del crecimiento y la innovación Nuevas aproximaciones a una relación compleja. Capítulo 6.
- Schmoch (2001), Interaction of Universities and Industrial Enterprises in Germany and the United States – a Comparison, *Industry and Innovation* 6 (1), 51-68. Schmoch, U. , Licht, G. , Reinhard, M. (eds. ) (2000), *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Stuttgart:IRB-Verlag.
- Schmoch, U. (1999): Interaction of Universities and Industrial Enterprises in Germany and the United States – a Comparison, *Industry and Innovation* 6 (1): 51-68.
- Schmoch, U. (2000): The Viewpoint of Policy Analysis: Key Elements of Successful Science-Industry Relationships. Paper Presented at the Joint German-OECD Conference Benchmarking Industry-Science Relations, Berlin, 16-17 October 2000.
- Schmoch, U. and Comisión de las Comunidades Europeas (1994): Indicators of the scientific base of European patents: December 1993. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Schmoch, U. , H. Legler, et al. (2006): National Systems of Innovation in Comparison Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies. Dordrecht, Springer.
- Schmoch, U. , Licht, G. , Reinhard, M. (eds. ) (2000): *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Stuttgart: IRB-Verlag.
- Schumpeter, J. A. (1939): Business cycles: a theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process. New York; London, McGraw-Hill.
- Scott, J. (1984): Firms Versus Industry Variability in R&D Intensity. En: *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, University of Chicago Press.
- Senker, J. (1995) Tacit Knowledge and Models of Innovation. *Industrial and Corporate Change*, 2, 425–447.
- Senker, J. , Joly, P. B. and Reinhard, M. (1996) Overseas Biotechnology Research by Europe's Chemical/Pharmaceuticals Multinationals: Rationale and Implications. STEEP Working Paper No. 33. Brighton: SPRU.
- Siegel, S. ;Waldman, D. ; Link, A. ;(2003) „Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study”
- Simonin, B. (1999a): Transfer of Marketing know-how in international strategic alliances: an empirical investigation of the role and antecedents of knowledge ambiguity. *International Business Studies* 30: 463-490.
- Stephan, P. E. (1996). “The Economics of Science. ” *Journal of Economic Literature*, 34: 1199-1235
- Stephan, P. E. (2001), ‘Educational Implications of University–Industry Technology Transfer’, *Journal of Technology Transfer*, 26(3), 199–205.
- Switzer, L. (1984): The Determinants of Industrial R&D: A Funds Flow Simultaneous Equation Approach. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 1, p. 163-168.
- Teece DJ, Pisano G, Shuen A. 1997. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal* 18(7): 509–533
- Teece, D. J. (1985): Transactions cost economics and the multinational enterprise: an assessment. Berkeley (California): University of California Press.
- Teece, D. , and G. Pisano (1994), “The dynamic capabilities of firms: an introduction”, *Industrial and Corporate Change*, 3, pp 537-556
- Thursby, J. G. and M. C. Thursby, 2000, Who is selling the ivory tower? Sources of growth in university licensing, Cambridge, MA, NBER Working Paper 7718.
- Thursby, J. G. S. K. (2002). "Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. " *Research Policy* 31: 109-124.
- Thursby, J. G. S. K. (2002): Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy* 31: 109-124.
- Toivanen, O. y Niininen, P. (1998). “Investment, R&D, Subsidies, and Credit Constraints. Working Paper, Department of Economics MIT and Helsinki School of Economics.
- van Pottelsberghe (1997), Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers, *Economic Systems Research*, 9 (4), 331-356.
- Von Hippel, E. (1986), Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. *Management Science* 32, 791-804.
- von Hippel, E. (1998): Economics of Product Development by Users: The Impact of “Sticky” Local Information. *Management Science*, 44 (5), 629-644.
- Veysov, A and Stolbov, M (2011): The impact of \_nancial sector on innovation activity: theoretical background and new evidence from russian banking sector MGIMO-University January 2011. Online at <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/38747/>

- Wallsten, S. (2000): The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D: The Case of the Small Business Innovation Research program. *RAND Journal of Economics*, Vol. 13, No. 1. p. 82-100.
- Whited, T. M. (1992): "Debt, liquidity constraints and corporate investment: Evidence from panel data", *Journal of Finance*, vol. 47(4), págs. 1425-1460.
- Zucker, L. G. , Darby, M. R.. (2001), Capturing technological opportunity via Japan's star scientists: from Japanese firms' biotech patents and products, *The Journal of Technology Transfer* 26, 37-58.





## CAPÍTULO 8. PROBLEMAS Y DEBILIDADES DE LOS SNI: UNA PERSPECTIVA EUROPEA

En colaboración con Ignacio Martínez Barcala

### 1. Introducción y comentarios metodológicos

Este capítulo<sup>241</sup> pretende ofrecer una comparación de los sistemas europeos de innovación a partir de inventario de las debilidades, retos y oportunidades de los sistemas de innovación y analizar las tendencias respecto a las políticas de I+D e innovación y la cultura de evaluación de tales políticas en 30 países europeos. Para la elaboración de este capítulo se han utilizado los informes y datos del observatorio de la ciencia europea “ERA-watch”. A continuación se ofrecen unas observaciones metodológicas sobre la forma que se ha tratado la información cualitativa de los informes de ERA-watch para convertir los textos cualitativos en problemas, barreras o debilidades codificadas y estandarizadas. En la sección 2 se ofrece la comparación europea de las debilidades o problemas detectados en los distintos sistemas nacionales de innovación. La siguiente sección recoge las tendencias políticas detectadas en los 30 países europeos analizados y la sección 4 analiza la cultura de evaluación de tales políticas. La última sección recoge las conclusiones y algunos comentarios finales.

A continuación se ofrece una visión de las fuentes de información y las técnicas analíticas utilizadas en este trabajo con el fin de aclarar las ventajas y limitaciones del trabajo. El análisis de este capítulo se basa en los datos cualitativos obtenidos en varias publicaciones, informes y bases de datos de la organización ERAWATCH<sup>242</sup>. Esta organización ha recogido en los últimos años información de un amplio número de países y ofrece para cada país un perfil de país en cuanto a sus sistemas de investigación con una estructura muy definida y estandarizada. A la innovación se le presta cada vez más atención por parte de los responsables políticos de todos los países desarrollados y los instrumentos y medidas políticas son objeto de rápidos y continuos cambios. Este dinamismo implica que se debe trabajar con información actualizada para poder rastrear los últimos desarrollos. Aunque hay otras fuentes de información, como los informes de la OCDE, la mayoría de ellos son publicados a un ritmo irregular y el tiempo entre la preparación y publicación final suele ser muy dilatada, especialmente en el caso de los informes que se publican exclusivamente en la versión en papel. Los “ERA-watch country reports” se publican anualmente y la página Web de ERAWATCH se actualiza

---

<sup>241</sup> La metodología y una primera versión de este trabajo -para 11 de los 30 países aquí analizados- ha sido preparada por encargo y financiada por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Ciencia y Tecnología dentro el proyecto “Common Impact Assessment for Optimising the Policy mix” ([www.cia4opm.com](http://www.cia4opm.com), Véanse Heijs et al, 2010).

<sup>242</sup> ERA watch es el Observatorio del Espacio Europeo de Investigación que publica dos o tres informes anuales sobre un amplio número de aspectos de los sistemas nacionales de investigación de más de 30 países. Para este trabajo se han utilizado los “Country Fiches” que es la información (que se actualiza tres veces al año) disponible en la página web de ERA watch (<http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/>) y los “Country Reports” siendo informes anuales. Ambos son complementarios y ofrecen de forma estandarizada información actualizada de situación problemas, desafíos etc... de los sistemas nacionales de innovación y una descripción de la política de I+D+i de cada uno de los países europeos. Además ERA-watch cuenta con un repositorio de una descripción de todos los instrumentos de la política de I+D+i (The European Inventory of Research and Innovation Policy Measures) ([http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/research\\_and\\_innovation/](http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/research_and_innovation/))

al menos dos veces al año, lo que significa que los datos incluyen los últimos cambios y tendencias. Por otro lado, la gran mayoría de los informes ad hoc de la OCDE u otras organizaciones no tratan todos los temas por igual. Lo que nos lleva a otra ventaja de los informes ERAWATCH siendo su estructura más o menos estandarizadas analizando casi los mismos aspectos. Por todo ello se ha optado usar únicamente la información proporcionada por ERA-watch para realizar un inventario de debilidades y amenazas.

La sección 2 compara y analiza las debilidades y obstáculos de los sistemas nacionales de innovación de 30 países europeos. Para ello se ha realizado una lectura profunda de los informes de cada uno de los 30 países identificando los problemas y debilidades de los sistemas de innovación y las tendencias de las políticas de I+D+i. En otras palabras, el primer paso ha sido elaborar una lista de los obstáculos y las tendencias detectadas. Una vez obtenida esta lista se ha desarrollado una clasificación o codificación para normalizar las descripciones cualitativas y asignar a cada una de ellas un código único. Cada uno de estos códigos se refiere a un obstáculo o barrera concreta. A partir de esta clasificación se ha resumido la información cualitativa por medio de diferentes matrices que permiten comparar la diversidad de los obstáculos y debilidades de los países estudiados.

Para la correcta interpretación de los resultados presentados en este informe ha de tenerse en cuenta que los informes ERA-watch ofrecen información más o menos estandarizada debido a que los autores han recibido instrucciones claras sobre los temas y aspectos a tratar. Sin embargo, al ser preparados por los diferentes expertos nacionales con diferentes orígenes e intereses puede ser que algunos aspectos muy concretos no se mencionen en los informes de algún país concreto. En conclusión, el hecho que para algunos países específicos puede no haberse mencionado un determinado aspecto, obstáculo o tendencia no puede interpretarse como que no existe. Por tanto, los resultados presentados aquí ponen de relieve la situación europea general y las tendencias principales. Sin poder asegurar que para cada país concreto podría faltar un aspecto puntual.

En la sección tres se ofrecen las tendencias en la política de I+D+i. La sección 3. 1 esta basada en la información cualitativa mencionada en los informes de ERA-watch y se utilizará el mismo mecanismo analítico que el de la sección dos. Para las secciones 3. 2 y 4 la información utilizada se basa en los datos del Inventario Europeo de Políticas de Investigación e Innovación, creado por la organización ERAWATCH. Este inventario ha generado una base de datos descriptivos de 814 instrumentos de la política de I+D+i de 30 países europeos.<sup>243</sup> La base de datos recoge datos estandarizados de cada uno de los instrumentos que incluyen entre otros la información de sus objetivos, los antecedentes, las políticas prioritarias, los criterios de selección, los esfuerzos financieros, la existencia de estudios de evaluación, etc... Esta información nos permite analizar qué políticas son más frecuentemente aplicadas y cuales han sido evaluadas más frecuentemente, etc. En la sección 3. 2 se analizará la distribución de los instrumentos y sus presupuestos según los objetivos principales para comparar de esta forma los enfoques políticos en temas de innovación. En el apartado 4, revisaremos la cultura de evaluación y seguimiento de las políticas de I+D+i en los diferentes países analizados. La principal fuente de información será el ya mencionado Inventario Europeo de Políticas de Investigación e Innovación. Esta base de datos facilitada por la

---

<sup>243</sup> Queremos agradecer a la organización ERA-watch su colaboración cediéndonos la base de datos mencionados

organización ERAWATCH incluye una pregunta sobre la existencia de estudios de evaluación. La existencia de tal estudio implica una evaluación de impacto y permite identificar en teoría si el instrumento ha logrado los objetivos previstos y qué aspectos resultan problemáticos. En esta sección, el porcentaje de instrumentos que se evalúan se comparará de forma simultánea a nivel de país y por tipo de instrumento para los 30 países de Europa. Aunque cabe subrayar que este análisis es solamente una comparación aproximada y simplificada porque se analiza solo el número de instrumentos evaluados sin tener en cuenta la amplitud ni la profundidad o claridad de los estudios de evaluación.

## **2. Debilidades y obstáculos de los SNI Europeos**

A partir de la revisión a fondo de los dos informes nacionales (los “Country Reports” del 2008 y 2009) y la información disponible en la página web de ERAWATCH (Los “Country Fiches”) de los 30 países se ha identificado 1813 debilidades o problemas. Estos problemas identificados se han clasificado inicialmente en 44 categorías diferentes que a su vez se pueden dividir en dos grupos (véase tabla 1), unos relacionados con las debilidades y características básicas del sistema nacional de innovación (resultando 26 tipos o modalidades de problemas) y los restantes 18 problemas que reflejan dificultades o debilidades relacionadas con las políticas I+D. Muchas de los 1813 debilidades o problemas se refieren en realidad a los mismos problemas pero formulados de forma distinta, lo que implica la existencia de muchas duplicidades que se corrigieron en un segundo paso. Lo mismo ocurrió con las tendencias políticas. Para la reclasificación se eliminaron los problemas duplicados quedando 565 problemas, reagrupados en 45 clases de obstáculos diferentes (véase tabla 1 y 2).

Respecto a las debilidades y características básicas del sistema nacional de innovación, los informes de ERA-watch referentes a Portugal y Estonia mencionan el mayor número de retos u obstáculos, mientras que los informes de los países más avanzados como Alemania, Luxemburgo, Suecia, y Suiza indican muy pocos obstáculos (ver tabla 1). Como media los países mencionan 18,7 problemas. 15 países superan esta media de los cuales 9 son de Europa del Este, (Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Polonia, Rumania, Eslovaquia y Eslovenia) junto a Grecia, Chipre y Portugal. Aunque también hay tres países con un desarrollo avanzado que son críticos con su sistema de innovación (Dinamarca, Italia o Islandia). En el grupo de los países con un bajo número de obstáculos (menor a la media) se puede destacar alguna sorpresa (como Turquía, Malta o España), ya que se trata de países cuyo sistema de innovación podría ser considerado como menos desarrollados.

Respecto a las 18 tipos de debilidades relacionadas con las políticas I+D+i se puede destacar que la mayoría de los informes indican pocos aspectos y los resultados resultan ser muy dispersos. El país con el máximo número de problemas es Chipre con 9, tres países mencionan 8 aspectos como problemáticos y otros cinco países mencionan 6 o 7 aspectos. Es decir, 21 países solo mencionan cinco o menos de los 18 aspectos aquí identificados.

La tabla 2 muestra la distribución de los obstáculos por 6 sub clases (véase también la taxonomía de la tabla 1 y los anexos A1 y A2). Podemos observar que en la mayoría de las subclases, los países del Este son más críticos sobre sus sistemas de innovación. Sin embargo, algunos países económicamente muy avanzados muestran un número relativamente amplio de problemas específicos.

Se han identificado en los informes **8 tipos de obstáculos o debilidades relacionados con la falta de un esfuerzo en I+D y de la capacidad tecnológica de los agentes**. Bajo este denominador se recoge 4 problemas interrelacionados con la realidad. Como se muestra en la tabla 2 las primeros cinco modalidades se refieren directamente a un bajo esfuerzo financiero en I+D. Mediante la modalidad 1. a (denominado: bajo esfuerzo innovador) los países reflejan este bajo esfuerzo en términos generales sin indicar de forma directa que agentes están implicados o que son las causas de este problema. Casi todos los países (28 de 30) reflejan este problema de forma directa. La excepción son Austria y Bélgica. Pero estos países reconocen, como se observa a continuación, de forma indirecta la falta de un esfuerzo en I+D.

Se han detectado 4 modalidades (1. b hasta 1. e) que detallan las causas o razones del bajo esfuerzo indicando donde falla la inversión en innovación. El primero de ellos sería la menor desinversión por parte de las empresas extranjeras y/o la dependencia de este tipo de gasto en I+D. Un problema mencionado por 13 países incluido Austria y Bélgica. Por otro lado dos países mencionan la disminución del esfuerzo innovador debido a la crisis (Portugal y Malta). Se debe subrayar que los informes analizados para este trabajo son de los años 2008 y 2009. Seguramente en la actualidad un gran número de países mencionarían este problema. Por ejemplo en el caso de España se ha mantenido la inversión en I+D hasta el 2009 pero en el 2010 y 2011 se han observado una disminución importante del gasto en I+d tanto en el ámbito privado como en el ámbito público (Véase Heijts 2011). Once países destacan como problema la baja inversión pública en I+D (entre ellos Austria) y ocho países resaltan un bajo esfuerzo relativo en términos de la inversión por investigador. En este grupo se ha incluido también tres aspectos que más que de forma indirecta reflejan el bajo nivel de inversión en innovación, o, por lo menos, reflejan los fallos en la distribución de este esfuerzo innovador. El primero se refiere a la falta de capacidad de absorción tecnológica de las empresas, mencionado de forma frecuente (por 20 de los 30 países analizados). La segunda modalidad se refiere a la fragmentación del esfuerzo innovador lo que implica la falta de masa crítica. Como se ha mencionado en el capítulo 1 este es un problema especialmente importante para las actividades de I+D+i. En total 16 países consideran que tiene un problema al respecto. Además 21 países indican que tiene problemas de fijación de las prioridades respecto a la inversión en I+D. La falta de una estrategia clara con prioridades bien definidas es importante y este, parcialmente, relacionado con el problema de falta de una masa crítica. Por ejemplo, en el caso de España la amplitud de prioridades genera una situación de “café para todos” que impide la creación de una masa crítica en unos campos muy concretos (Heijts, 2010, 2011). En términos globales se puede observar que respecto a los 8 problemas u obstáculos del primer grupo se menciona como media cuatro obstáculos de este tipo. Solamente cuatro países mencionan muy pocos aspectos – Malta (1), Turquía (2), Irlanda (2) y Austria (2), mientras que hay 4 países que mencionan hasta seis de estas debilidades. Estos cuatro incluyen países tecnológicamente muy avanzados como Dinamarca, Holanda, Italia y Rumania completan el cuarteto.

Los informes revelan también un conjunto de obstáculos o desafíos respecto al **funcionamiento del sistema público de investigación (SPI)**. Se han identificado cinco tipos de problemas. El primero de ellos es muy general donde se habla de la debilidad del sistema público de investigación en términos generales. Los “Country Reports” de tres países del este de Europa mencionan esta debilidad general (Letonia, Polonia y Eslovaquia). Después se analizan cuatro problemas específicos (falta de masa crítica,

excelencia, eficiencia y la falta de flexibilidad y/o autonomía). Cinco países mencionan la falta de la masa crítica de la SPI. Curiosamente 3 de ellos no mencionaran tal falta de masa crítica para el sistema de innovación en su conjunto. Un problema que, como se ha indicado anteriormente ha sido identificado para 16 países. Es decir si combinamos la modalidad de obstáculos 2b (falta de una masa crítica en general) con la modalidad 3c (falta de una masa crítica en el SPI) se puede indicar que para 19 de los 30 países la masa crítica es un desafío.

La falta de eficiencia y flexibilidad (y/o autonomía) ha sido considerada en ambos casos por 17 países. Mientras que la falta de excelencia se ha destacado en un total de 24 países. Como media se ha señalado 2,2 debilidades de los cinco obstáculos incluido en este grupo. En este caso 5 países mencionan cuatro obstáculos (Austria, Grecia, Lituania, Polonia y Eslovaquia) mientras que Turquía no menciona ninguna.

En el caso de los vínculos entre **la ciencia y el sistema productivo** se han identificado 3 tipo de obstáculos. Dos son en cierto modo parecidos siendo la carencias en la relación pública – privada y la segunda refleja la falta de cooperación entre ciencia y las empresas. El primero de ello ha sido mencionado por 6 de los 30 países mientras que el segundo por 27 países. En este caso todos los que reflejan el primer problema también admiten la falta de cooperación entre la ciencia y el sistema rproductivo. El tercer problema de la relaciones ciencia-empresas es la falta del uso o la comercialización de los resultados científicos. Un problema mencionado por 20 países. La media de obstáculos mencionados por los 30 países es de 1,9 (sobre 3). Los informes de dos países no mencionan ninguno de los tres obstáculos (Malta y Alemania) mientras que seis de los países del este de Europa mencionan los 3 obstáculos.

La situación de **los recursos humanos** se considera problemático en un amplio número de países. Se recoge tres tipos de problemas: la escasez y la falta de calidad del capital humano; la baja atraktividad de la carrera científica y la fuga de cerebros. La media de debilidades mencionadas es 2,3 sobre 3. De hecho 17 países mencionan los tres aspectos y otros 8 indican dos obstáculos. Lo que implica que solo 3 países mencionan solo una debilidad de las tres (Austria, Finlandia y Alemania) y los informes de dos países no hagan mención en ninguna al respecto (Suecia y Suiza). Veintisiete países consideran la escasez y la falta de calidad del capital humano como un obstáculo de sus sistemas de innovación. Solo Finalandia, Suiza y Suecia no lo mencionan como problema. Por otro lado 23 países señalen una baja atraktividad de la carrera científica y 20 países apuntan a la fuga de cerebros. Cabe subrayar de nuevo que la ausencia de debilidades puede deberse a que el autor de los informes de un país concreto no ha considerado dichas debilidades suficientemente importantes por lo que hay que ser cauteloso con una interpretación demasiado determinista y absoluta de los resultados mencionados.

Se han identificado otros 8 problemas u obstaculos bajo el denominador **del contexto general del SIN. Cuatro de ellas han sido mencionados por unos 15-20 países** Carencias en la internacionalización del sistema de I+D (20 países); La falta de capital riesgo y empresas basadas en Nuevas Tecnologías (18); el hecho de que los gastos en I+D dependen de pocas empresas multinacionales o alta presencia de PYMES (17); y la falta de una cultura innovadora en las empresas (16). Los otros aspectos han sido menos importante como los problemas de derechos de propiedad intelectual (3); Entorno empresarial poco propicio a la innovación (7); el tamaño pequeño del país implica una falta de masa crítica (9) y el predominio de las empresas de baja tecnología (11) y los países mencionan como media 3,4 de los 8 obstáculos. Los países más críticos de nuevo

son los países del Este de Europa pero de nuevo Dinamarca e Italia son muy críticas mientras que Malta, Bulgaria y Turquía con un nivel de desarrollo muy bajo solo mencionan 2 de las 8 dificultades.

El apéndice estadístico de este capítulo (A1) incluye los datos individuales de cada uno de los problemas y obstáculos para los 30 países estudiados, En este anexo se puede observar los aspectos problemáticos mencionados con más frecuencia por los países cuales son:<sup>244</sup>

1. Bajo esfuerzo innovador (28 países - 1. a),
2. Problemas de la fijación de prioridades (21 países – 2a),
3. La falta de capacidad de absorción tecnológica en las empresas (20 países - 2. c),
4. Falta de excelencia o efecto multiplicador (24 países - 3. d),
5. Falta de cooperación e interacción empresa-ciencia (27 países - 4. b),
6. La falta de uso de los resultados de I+D (Comercialización) (23 países - 4. c),
7. Escasez y falta de la calidad de recursos humanos (27 países - 5. a),
8. Carrera de investigación poco atractiva (23 países - 5b),
9. La fuga de cerebros (20 países - 5. c),
10. Carencias en la internacionalización del sistema de I+D (20 países - 6a)

Se ha realizado una comparación por grupo de países considerando tres clasificaciones de los países (véase tabla 3) basados en la riqueza (PIB per capita), el tamaño absoluto del país basado en la población y el esfuerzo relativo de innovación (Gasto en I+D respecto al PIB). Si analizamos las diferencias por los 6 grupos de temas en relación con la riqueza de los países, parece que aquellos informes que se refieren a países con menos ingresos per cápita muestran en general, más obstáculos, excepto en el caso de Turquía.

Los problemas relacionados con el sistema público de investigación (universidades e institutos públicos de investigación) y las relaciones o la interacción entre la ciencia y el sistema productivo son mencionados por todo tipo de países, independientemente de su tamaño, la riqueza o la capacidad de innovación. En otras palabras, no se detecta una tendencia clara para un tipo específico de país.

También los obstáculos relacionados con los recursos humanos, como la escasez de investigadores, son un problema generalmente reconocido por todo tipo de países. Los países menos desarrollados, junto con España son los más ansiosos por los efectos negativos de la fuga de cerebros y algunos de estos países mencionan la baja calidad de la educación de sus investigadores.

Las condiciones de contexto parecen ser las más problemáticas en los países menos desarrollados que, en general, mencionan entre 2 y 4 aspectos, mientras que los informes de los países más desarrollados sólo recogen entre 1 o 2 aspectos. No obstante, una excepción es el caso de Suecia, que también menciona 5 aspectos de esta categoría. La falta de cultura innovadora y la falta de capital de riesgo son mencionadas por 17 países. Un hecho sorprendente es que también Alemania y Suecia, dos de los países con mayor nivel de gastos en I+D por PIB consideran la falta de cultura innovadora como un obstáculo.

---

<sup>244</sup> Entre paréntesis se indica el número de países y el código (véase tabla 1)

Tabla 1. Taxonomía o clasificación de los obstáculos y debilidades

<b>Códigos grupo 1</b>	
<b>debilidades y características básicas del sistema nacional de innovación</b>	
<b>El esfuerzo en I+D+i y la capacidad tecnológica de los agentes</b>	
1. a	Bajo esfuerzo innovador
1. b	Dependencia de Gastos en I+D en función de las empresas extranjeras y/o la disminución del gasto en I+D debido a desinversión de empresas extranjeras o en sectores de alta tecnología
1. c	Disminución de los gastos de I+D debido a la crisis
1. d	Baja inversión pública
1. e	Baja inversión por el investigador
2. a	La falta de capacidad de absorción tecnológica en las empresas
2. b	Fragmentación o falta de masa crítica y falta de cooperación
2. c	Problemas de la fijación de prioridades
<b>Sistema Público de Investigación</b>	
3. a	Debilidad del sistema público de investigación
3. b	Falta de eficiencia del Sistema público de investigación
3. c	Falta de masa crítica en I+D pública
3. d	Falta de excelencia o efecto multiplicador
3. e	La falta de flexibilidad y/o autonomía en la asignación de recursos en el sistema pública de I+D
<b>La relación entre la ciencia y el sistema productivo (Privado)</b>	
4. a	Carencias en la relación pública privada
4. b	Falta de cooperación e interacción empresa-ciencia
4. c	La falta de uso de los resultados de I+D (Comercialización)
<b>Capital o recursos Humanos</b>	
5. a	Escasez y falta de la calidad de recursos humanos
5. b	Carrera de investigación poco atractiva
5. c	Fuga de cerebros
<b>El contexto general del SNI</b>	
6. a	Carencias en la internacionalización del sistema de I+D
6. b	Entorno empresarial
6. c	Problemas de Derechos de propiedad intelectual
6. d	Los gastos en I+D dependen de pocas empresas multinacionales o alta presencia de PYMES
6. e	Tamaño pequeño del país implica una falta de masa crítica
6. f	Predominio de las empresas de baja tecnología
6. g	Falta de una cultura innovadora en las empresas
6. h	Falta de capital riesgo y empresas basadas en Nuevas Tecnologías
<b>Código Grupo 2</b>	
<b>Dificultades o debilidades relacionados con las políticas I+D.</b>	
1	Políticas fallidas
2	Insuficientes o inadecuadas políticas regionales o sectoriales
3	La falta de apoyo para promover la I+D al sector privado.
4	La falta de apoyo a la atracción extranjera en I+D
5	La falta de estrategia a largo plazo
6	Políticas de infraestructura inadecuada
7	La falta de incentivos para la cooperación
8	La falta de apoyo adecuado para la comercialización de los resultados de I+D
9	La falta de incentivos de política para la colaboración P-P
10	Problemas de Derechos de propiedad intelectual
11	Gobierno inapropiado del sistema
12	Política de gestión
13	La falta de evaluación de los Sistema Nacionales de Innovación
14	La falta de política de evaluación
15	La falta de estudios de prospectiva
16	Falta de coordinación
17	Inapropiada adaptación de las políticas de la UE o de los fondos estructurales
18	Otros aspectos

Fuente: Heijs, J; Baanante, I. y Moya, E. *et al.* (2010).



Problemas y debilidades de los SNI: una perspectiva Europea

**Tabla 2: Distribución de obstáculos y debilidades de los sistemas nacionales de innovación en Europa por sub clases**<sup>245</sup>

País	(A) Esfuerzo en I+D+i y la capacidad tecnológica	(B) Sistema Público de Investigación	(C) La relación entre la ciencia y el sistema productivo	(D) Capital o recursos Humanos	(E) Contexto general del SNI	Debilidades del SNI (Σ A a E)	(F) Debilidades del diseño de las políticas	(G) Total* (Σ A a F)	(H) Total* (Σ A a F)
Austria	2	4	2	1	1	10	4	14	21
Bélgica	5	2	2	3	1	13	4	17	47
Bulgaria	5	3	2	3	2	15	3	18	61
Chipre	4	3	2	3	5	17	9	26	87
República Checa	4	2	2	3	2	13	3	16	48
Dinamarca	6	1	2	3	4	16	8	24	79
Estonia	4	3	2	3	4	16	7	23	37
Finlandia	3	1	1	1	4	10	4	14	30
Francia	3	2	2	2	1	10	5	15	26
Alemania	3	1	0	1	3	8	4	14	19
Grecia	3	4	2	3	5	17	6	23	62
Hungría	5	1	2	3	4	15	8	23	110
Islandia	4	2	2	2	5	15	4	19	37
Irlanda	2	3	2	2	2	11	5	16	58
Italia	6	2	1	3	5	17	8	25	125
Letonia	5	4	3	3	6	21	4	25	119
Lituania	4	3	2	3	4	16	8	24	43
Luxemburgo	4	3	1	3	3	14	4	18	60
Malta	1	2	0	2	2	7	5	12	16
Holanda	6	1	2	3	1	13	2	15	101
Polonia	5	4	3	3	6	21	5	26	119
Portugal	5	1	3	2	6	17	6	23	116
Rumania	6	3	3	3	6	21	3	24	115
Eslovaquia	5	4	3	3	6	21	5	26	86
Eslovenia	3	1	3	2	3	12	7	19	65
España	3	2	2	2	2	11	2	13	16
Suecia	4	1	1	0	3	9	3	12	29
Suiza	4	1	1	0	2	2	7	15	31
Turquía	2	0	1	2	2	2	6	13	24
Reino Unido	3	1	2	3	1	1	3	13	26
Total (Suma de 30 países)	119	65	56	70	101	391	152	565	1813
Máx. num. de retos	8	5	3	3	8	8	18	45	1. 813
Promedio	4,00	2,17	1,87	2,33	3,40	3,40	5,07	18,83	60,43

*Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH. \* (G) la suma una vez eliminado las duplicaciones y agregado las tendencias muy parecidas y (H) la suma antes de este proceso de reclasificación y depuración.*

<sup>245</sup> La fila de Máximo de Retos por Sub-categoría: son las cantidades de obstáculos incluidos en cada columna, según su área de impacto definida en la tabla de códigos.

**Tabla 3: Clasificación de los países**

<p><b>Desarrollo Económico (riqueza – PIB per capita)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los más desarrollados (PIBpc por encima de €20.000).</li> <li>▪ Los países intermedios (PIBpc entre 10 y €20.000).</li> <li>▪ Los países menos desarrollados (PIBpc por debajo de €10.000 PIBpc)</li> </ul> <p><b>Tamaño Absoluto (población)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Países muy pequeños</li> <li>▪ Países pequeños</li> <li>▪ Países grandes</li> </ul> <p><b>La intensidad innovadora (Gastos en I+D respecto al PIB)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta (GERD / PIB superior al 1,75%)</li> <li>▪ Media (GERD / PIB entre 1% y 1,5%)</li> <li>▪ Baja (GERD / PIB inferior al 1%)</li> </ul>
--

Fuente: Elaboración propia basada en los datos de EUROSTAT

**El tamaño de los países** apenas esta relacionado con los problemas del sistema nacional de innovación, ya que, apenas se detectan diferencias claras respecto al tamaño del país versus los problemas u obstáculos. Solo dos debilidades parecen diferenciarse. Los países más pequeños parecen algo más preocupados por la falta de flexibilidad y/o autonomía en la asignación de recursos en el sistema público de I+D (3e) pero al mismo tiempo cuestionan menos la baja inversión pública en I+D. Un análisis comparativo basado en **el nivel económico de los países basado en el PIB per capita** refleja algunas diferencias. Por un lado en los países más avanzados se menciona con más asiduidad la disminución de los gastos de I+D debido a la crisis. Por otro lado, existe un conjunto de aspectos que en los informes de estos países se mencionan con menos frecuencia como:

- Baja inversión pública (1. d)
- Baja inversión por el investigador (1. e)
- Debilidad del sistema público de investigación (3. a)
- Falta de eficiencia del Sistema público de investigación (3. b)
- La falta de flexibilidad y/o autonomía en la asignación de recursos en el sistema público de I+D (3. e)
- Carencias en la relación público-privada (4. a)
- Fuga de cerebros (5. c)
- Carencias en la internacionalización del sistema de I+D (6. a)
- Carencias en el entorno empresarial (6. b)
- Problemas de Derechos de propiedad intelectual (6. c)

Si comparamos con detalle los 44 aspectos analizados en relación con el tipo de país se puede mencionar que los países con un mayor esfuerzo relativo en I+D+i (**Gastos en I+D respecto al PIB**) mencionan con más frecuencia la dependencia de Gastos en I+D en función de las empresas extranjeras. Por otro lado, los países más innovadores se preocupan menos respecto a los problemas relacionados con el capital humano (falta de trabajadores cualificados, fuga de cerebros y la falta de la calidad de los investigadores). Otros problemas mencionados con menor frecuencia por parte de los países más innovadores son:

- La falta de capacidad de absorción tecnológica en las empresas (2. a)
- Fragmentación o falta de masa crítica y falta de cooperación (2. b)

- Falta de eficiencia del Sistema público de investigación (3. b)
- La falta de flexibilidad y/o autonomía en la asignación de recursos en el sistema público de I+D (3. e)
- Carencias en la relación pública privada (4. a)
- Carencias en la internacionalización del sistema de I+D (6. a)
- Entorno empresarial (6. b)
- Problemas de Derechos de propiedad intelectual (6. c)
- Tamaño pequeño del país implica una falta de masa crítica (6. e)
- Predominio de las empresas de baja tecnología (6. f)

De todos modos se debe subrayar que las diferencias entre los distintos grupos de países se refieren a tendencias generales. Por ejemplo, los países más innovadores indican en general menos problemas respecto al capital humano pero al mismo tiempo existen países muy innovadores que sí lo consideran como un problema. Por lo que en realidad se indican aquí las tendencias generales aunque después en cada uno de los grupos de países de un esfuerzo innovador similar o de PIB per capita parecido existen diferencias puntuales.

### **3. Tendencias de la política de I+D+i en Europa**

#### **3. 1. Tendencias basadas en los informes cualitativos de ERA-watch**

Esta sección ofrece una breve reseña sobre las tendencias políticas que nos informan sobre los cambios en el panorama político respecto a la I+D+i, indicando las actuaciones nuevas y/o que intentan de resolver parcialmente los retos y obstáculos mencionados en la sección anterior. Los datos utilizados en esta sección se basan en una revisión de los informes y perfiles de país ERAWATCH (véanse las tablas 4 y 5). Como se puede observar en la tabla 5, se han identificado, en los informes de ERA-watch de los 30 países analizados, 1. 332 tendencias políticas. Estas tendencias políticas se refieren a programas e iniciativas puestas en marcha en cada uno de los países. Es decir, en la medida que se identifican más tendencias en un cierto país, implica que este país está realizando con más frecuencias acciones de mejora en sus políticas de I+D+i para mejorar su sistema nacional de innovación (SNI).

Igual que en la sección anterior se clasificaron las tendencias identificadas y se eliminaron aquellas que estaban duplicadas o fueran muy parecidas. De esta forma se convirtieron las 1. 332 tendencias en 23 tendencias diferentes y la media del número de tendencias mencionadas en los informes de los 30 países es 12,6. Las tendencias se refieren de alguna forma a cambios recientes en las políticas. Como se puede observar en la tabla 5 los países con menos tendencias (o con menos cambios en sus políticas) mencionadas en los informes son Bélgica (4), Turquía (4), y Bulgaria (5), seguidos por la República Checa (6) y Estonia (6). Mientras que los países con más cambios políticos serían Hungría (19), Polonia (19) y Eslovaquia (21). De los doce países que mencionan un número de tendencias por debajo de la media (Austria, Bélgica, Bulgaria, Rep. Checa, Estonia, Francia, Alemania, Grecia, Malta, Suecia, Turquía y Reino Unido) la mitad son países que tienen un esfuerzo innovador alto y el resto tienen sistemas de innovación más bien débiles.

Tabla 4: Tendencias en las políticas de I+D+i en los países europeos

Código	Tendencias Políticas
<b>Grupo A</b>	<b>Políticas directamente dirigidas hacia el aumento del gasto en I+D y la priorización de la misma</b>
1	Aumentar el apoyo directo o indirecto para los gastos de I+D
2	Creación de incentivos fiscales
3	Atracción de la I+D de empresas extranjeras
4	Mejora de la priorización del gasto público en I+D
<b>Grupo B</b>	<b>Políticas destinadas a la creación de clusters y una masa crítica</b>
5	Promoción del establecimiento de prioridades y las políticas de masa crítica (estrategia a largo plazo)
6	Nuevas políticas de creación de clusters
7	Creación de políticas de infraestructura
8	Promoción de la cooperación en I+D (en general)
<b>Grupo C</b>	<b>Mejora del sistema público de innovación (OPIs y UNIs) y creación de capital humano</b>
9	Mejora de los institutos de investigación públicos e institutos de educación superior (ORI / IES)
10	Cambio de fondos en bloque a financiación de fondos competitivos
11	Promoción de la excelencia
12	Creación de centros de competencia
13	Colaboración Público privada y combinación de la innovación y la investigación
14	Promoción de la I+D aplicada en instituciones de educación superior / PRI y transferencia de tecnología a las empresas
15	Nueva política de Recursos Humanos
<b>Grupo D</b>	<b>Mejora de la coordinación y gestión de las políticas de I+D</b>
16	Internacionalización de la I+D
17	Mejora en la construcción del sistema / Gobierno del sistema
18	Mejora en la política de gestión
19	Políticas de mayor énfasis en la evaluación de los SNI y de I+D
20	Aumento en las políticas de coordinación
21	Aumento de la coordinación de los responsables políticos
22	Regionalización / descentralización
23	Reorganización de los sistemas de I+D públicos

Fuente: Heijs, J; Baanante, I. y Moya, E. *et al.* (2010).

Las tendencias en los 23 ajustes de la políticas de I+D+i se ha agrupado en cuatro grupos. El grupo “A” consiste de 5 tendencias políticas directamente dirigidas hacia el aumento del gasto en I+D y la priorización de la misma. Como media los treinta países destacan 2,3 de las 4 tendencias posibles. Sobre todo los países del este de Europa han reforzado mucho sus políticas de I+D+i destinado al aumento de los gastos en Investigación y Desarrollo. También Dinamarca, Holanda, Portugal, Chipre e Italia han sido muy activos. El grupo “B” recoge tres tendencias políticas destinadas a la creación de clusters y una masa crítica. En este caso la media número de tendencias mencionadas en los informes es 1,8 sobre el máximo de 3. De nuevo son los países del este de Europa los más activos y en realidad el perfil de países con mayores cambios políticos que es muy parecido al del grupo A. El grupo “C” recoge las 7 nuevas medidas (destinadas a la mejora del sistema público de innovación (OPIs y UNIs) y creación de capital humano. La media para los 30 países europeos es 4,6. Se han detectado 5 países (incluido España) con un comportamiento muy dinámico con cambios en sus políticas para cada una de las siete tendencias identificadas. Los otros cuatro países son Chipre, Malta,

Dinamarca y Eslovaquia. En este caso los países del Este de Europa no destacan especialmente y el número de cambios (o tendencias) no parece relacionado con el tipo de países (Riqueza, Población o intensidad en gasto de I+D respecto al PIB). Mientras que el grupo “D” incluye los 8 tipos de medidas respecto a la mejora de la coordinación y gestión de las políticas de I+D y la internacionalización de la I+D. En este caso la media es de 3,8 sobre 8. Aquí destacan de nuevo el dinamismo de los países del este de Europa además de España, Italia, Holanda, Suiza e Irlanda.

El cambio político más destacado es la promoción de la I+D aplicada en instituciones de educación superior que en realidad promueve la transferencia de conocimientos científicos hacia su aplicación tecnológica en las empresas (mencionado por 25 países). Lo que confirma la importancia del tema central de este libro: las relaciones Ciencia – Industria. De hecho la mejora del sistema público de I+D y la educación hacia un sistema más competitivo y más ajustado a las necesidades del sistema productivo y a la sociedad en su conjunto es una de las tendencias más destacadas. Por ejemplo muchos países (19) han convertido las ayudas básicas (block funding) en ayudas competitivas que se obtienen compitiendo con otros agentes. También se han identificado un gran número de acciones dirigidas a la mejora del sistema de educación, con la definición de políticas con planes a medio y largo plazo, la búsqueda de la excelencia, y el establecimiento de prioridades para crear una masa crítica, un apoyo cada vez más intenso por los gobiernos.

En realidad los gobiernos europeos -y como se han debatido en el capítulo 1 de este libro- buscan “Value for Money” respecto a las inversiones públicas en I+D asegurando la comercialización de los resultados científicos. Existen tres prerequisites para la aplicación de los resultados científicos en el mundo real: el primero las investigaciones deben estar enfocada hacia la solución de problemas reales; segundo deben ser de un nivel de excelencia suficiente para poder ser útil y tercero los investigadores científicos deberían implicarse en el desarrollo posterior para su aplicación. Casi en todos los países se ha observado una tendencia hacia políticas que acercan la investigación pública hacia tales requerimientos. En general, estas tendencias confirman las preocupaciones acerca de este tipo de deficiencias y retos mencionados en la Sección 2 retos, obstáculos y debilidades y confirma las conclusiones al respecto en el capítulo uno de este libro. En otras palabras, las tendencias y acciones actuales se centran en la solución y mitigación de los obstáculos y los desafíos existentes.

Otras dos tendencias políticas han sido ampliamente mencionadas como el aumento del apoyo directo o indirecto para los gastos de I+D y las nuevas medidas para mejorar el mercado laboral respecto a los recursos humanos cualificados. Tales iniciativas políticas han sido mencionadas por 23 de los 30 países). Otras tres tipos de políticas han sido mencionadas por unos 20 países siendo: (1) la creación o promoción de clusters (tecnológicos); (2) la mejora de la excelencia de la investigación pública y la educación avanzada; y (3) el establecimiento de prioridades para crear una masa crítica. Algunas políticas reciben menos atención – o por lo menos se mencionan sólo en los informes de 12-14 de los países- como la mejora de la coordinación, la creación de infraestructuras de ciencia y tecnología; o la tracción de la I+D de empresas extranjeras.

Como ya se mencionó antes, los informes de países y perfiles de ERAWATCH ofrecen un cierto nivel de información estandarizada a pesar de que están escritos por expertos de países diferentes, con diferentes orígenes e intereses. Por lo tanto, hay que tener en

cuenta que algunas tendencias que no se mencionan por los expertos de cada país puedan existir. Además se revisaron los informes del 2009 y 2010 mientras que posibles cambios en los años directamente anteriores no siempre están recogidos. Aunque los cambios importantes se suponen que si se mencionan en los informes que se recogen. Sin embargo opinamos que esta descripción ofrece una visión general sobre las características principales de los 30 países analizados.

**Tabla 5: Tendencias políticas detectadas en los informes y perfiles de países ERAWATCH** (para los códigos de las tendencias Políticas véanse tabla 4)

Codigo	Grupo A					Grupo B				Grupo C							
	1	2	3	4	A Total	5	6	7	B total	8	9	10	11	13	14	15	C total
Austria	1				1		1		1		1	1	1				3
Bélgica		1			1				0				1				1
Bulgaria					0	1			1			1			1		2
Chipre	1		1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	7
Republica Checa		1			1		1		1			1	1		1		3
Dinamarca	1	1	1	1	4	1	1		2	1	1	1	1	1	1	1	7
Estonia				1	1				0		1		1			1	3
Finlandia	1		1		2	1		1	2		1		1	1	1	1	5
Francia	1		1		2		1		1		1	1		1	1		4
Alemania		1			1		1	1	2				1	1			2
Grecia	1	1	1		3				0		1		1	1	1	1	5
Hungría	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1			1	1	5
Islandia	1				1	1	1		2		1	1	1	1	1	1	6
Irlanda	1	1	1		3	1	1	1	3	1	1		1		1	1	5
Italia	1	1	1	1	4	1	1		2	1	1	1		1	1	1	6
Letonia	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1		1			1	1	4
Lituania	1	1		1	3		1		1	1	1	1	1		1	1	6
Luxemburgo	1	1		1	3	1	1	1	3	1	1		1	1	1	1	6
Malta	1			1	2	1	1		2						1	1	2
Holanda	1	1	1		3	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	7
Polonia	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1	1		1	1	6
Portugal	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	7
Rumania	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1		1			1	1	4
Eslovaquia	1	1	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	7
Eslovenia	1	1		1	3		1		1	1	1	1	1		1	1	6
España	1	1			2	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	7
Suecia	1				1	1	1		2			1		1		1	3
Suiza	1				1	1			1	1	1		1		1	1	5
Turquía					0			1	1						1		1
Reino Unido		1			1	1	1		2		1			1	1	1	4
Numero de países que indican la tendencia	23	19	14	14	70	20	22	13	55	16	21	19	20	15	25	23	139
Media	0,8	0,6	0,5	0,5	2,3	0,7	0,7	0,4	1,8	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8	4,6

*Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH. Suma 1-23 - (a) la suma una vez eliminado las duplicaciones y agregado las tendencias muy parecidas y (b) antes de este proceso de clasificación.*

**Tabla 5 (Sigue): Tendencias políticas detectadas en los informes y perfiles de países ERAWATCH**  
(para los códigos de las tendencias Políticas véanse tabla 4)

Codigo	Grupo D								Suma de A+B+C+D	
	16	17	18	19	20	21	23	D Total	Suma 1-23 (a)	Suma 1-23 (b)
Austria					1	1		2	7	10
Bélgica	1			1				2	4	4
Bulgaria		1	1					2	5	6
Chipre			1	1	1	1	1	5	18	82
Republica Checa				1				1	6	7
Dinamarca	1			1			1	3	16	39
Estonia	1				1			2	6	6
Finlandia			1		1		1	3	12	50
Francia			1					1	8	13
Alemania		1			1	1		3	8	12
Grecia			1			1	1	3	11	30
Hungría	1	1	1	1	1	1	1	7	19	113
Islandia		1	1	1	1			4	13	48
Irlanda	1		1		1	1	1	5	16	51
Italia	1		1	1	1		1	5	17	46
Letonia	1	1	1	1	1		1	6	17	56
Lituania	1	1		1	1	1	1	6	16	79
Luxemburgo			1			1	1	3	15	67
Malta		1			1			2	8	11
Holanda	1	1	1			1	1	5	17	118
Polonia	1	1	1	1	1		1	6	19	109
Portugal	1	1	1		1			4	18	53
Rumania	1	1	1	1	1		1	6	17	56
Eslovaquia	1	1	1	1	1	1	1	7	21	89
Eslovenia	1	1		1	1	1	1	6	16	79
España	1	1		1	1	1		5	16	24
Suecia							1	1	7	8
Suiza	1	1	1		1		1	5	12	42
Turquía	1			1				2	4	8
Reino Unido	1						1	2	9	16
Numero de países que indican la tendencia	18	15	17	15	19	12	18	114	378	1.332
Media	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	3,8	12,6	44,4

Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH. Suma 1-23 - (a) la suma una vez eliminado las duplicaciones y agregado las tendencias muy parecidas y (b) antes de este proceso de clasificación.

### 3. 2. Instrumentos y presupuestos

En esta sección se presenta un análisis global del enfoque de 814 instrumentos de la política I+D e innovación de 30 países estudiados. La información utilizada se basa en la base de datos del Inventario Europeo de Políticas de Investigación e Innovación, creado por parte de la organización ERAWATCH<sup>246</sup> por encargo del “Institute for Prospective Technological Studies” (IPTs) y la Comisión Europea. La base de datos ofrece información detallada sobre 814 instrumentos en vigor en el período 2008-2009 clasificados en 39 líneas de actuación o prioritarias (véase la tabla 6). En esta sección se

246 Los autores deseamos agradecer a la organización ERAWATCH, el IPTs y a la Comisión Europea por el apoyo que nos proporciono con la base de datos, la cual posee una descripción detallada de los 814 instrumentos. La información detallada de estos instrumentos puede ser obtenida en el [The European Inventory of Research and Innovation Policy Measures](http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/), en la página Web ERAWATCH <http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/>. Así mismo también deseamos agradecer a los autores del trabajo inicial sobre este tema (Heijs, J; Baanante, I. y Moya, E. et al. ; 2010). Este trabajo trató este tema para 11 países europeos y es el punto de partida para esta ampliación.

ofrecen datos específicos sobre el número de instrumentos operativos de cada país. En el caso de los presupuestos, sólo se utilizarán los datos globales. Aunque la base de datos ofrece datos específicos del país para los presupuestos estos datos fueron objeto de una revisión interna y control realizado por especialistas de la red ERAWATCH. Estos datos revisados sólo están disponibles a nivel agregado ya que los presupuestos a nivel de país no siempre se pueden considerar como completos. Además se debe resaltar que la base de datos recoge los datos de los instrumentos utilizando el objetivo o la prioridad principal aunque también ofrece tres objetivos secundarios. En este capítulo solo se trabaja con el objetivo principal de cada instrumento.

En primer lugar se ofrece una visión general sobre qué tipo de instrumentos se utilizan, qué políticas son las más frecuentemente aplicadas (en función del número de instrumentos y la asignación de presupuesto) y en qué tipo de países. La tabla 6 indica el número y el tipo de instrumentos de políticas aplicadas por estos 30 países en cinco ámbitos de actuación. El primero de ellos son las políticas horizontales y/o a medidas estratégicas a largo plazo (1) que recoge el 18,4% de los instrumentos y el 20% de los presupuestos. El segundo grupo forman las políticas respecto al sistema público de investigación, infraestructuras y transferencia tecnológica. Para este ámbito se han identificado 311 instrumentos (38%) que recogen el 46% del presupuesto total de los 814 instrumentos. El tercer grupo de políticas incluyen instrumentos enfocados hacia la creación y estabilización de capital humano con el 14% de los instrumentos y el 5% del presupuesto. Es decir suelen ser políticas relativamente baratas. Respecto al cuarto grupo –las políticas en apoyo al sistema productivo– se han identificado 190 instrumentos (23,3%) con un presupuesto que absorbe el 23-27% del presupuesto total que destinan los países europeos a sus políticas de I+D+i. El último grupo de instrumentos (las medidas para mejora de la cultura innovadora, incentivar la propiedad intelectual y otras medidas legales) reflejan algo menos del 6% de los instrumentos y el 1,3% de los presupuestos.

Analizando los 39 líneas prioritarias se pueden destacar que los campos políticos con el mayor número de instrumentos (véase tabla 6) están centrados en la cooperación en I+D (sobre todo la cooperación público privada) (101 instrumentos – siendo el 12,4% del los 814 instrumentos) seguido por las políticas estratégicas de investigación a largo plazo (67 - 8,2%); los instrumentos para promover la creación de negocios o empresas innovadoras (65 - 8%), y las políticas para promover la excelencia en la investigación (58 - 7,1%). Por otro lado, las políticas más importantes en términos de presupuestos se concentran en cuatro prioridades principales (véase tabla 6) las cuales son: el apoyo de organismos públicos de investigación, el apoyo directo para la I+D; el apoyo al capital riesgo y el apoyo a la cooperación en I+D. Cada uno de estos ámbitos políticos absorba entre 9 y el 10% del presupuesto total.

Los instrumentos que se refieren a los vínculos entre sectores públicos y privados (los códigos 2. 2. en la Tabla 6), se componen de tres instrumentos. Como ya se mencionó, las políticas que se centraron en la cooperación público-privada (Código 2. 2. 3) consisten en el mayor número de instrumentos (101 -12,4%) y absorben el 9,2% del total de fondos para I+D e innovación. Por otra parte los 29 instrumentos de la política centrada en la transferencia de tecnología (Código 2. 2. 2) absorben 1. 5% de los fondos (3. 6% de los instrumentos). Si bien la infraestructura de apoyo para la transferencia de tecnología (código 2. 2. 1) sólo incluye 12 instrumentos con un presupuesto bajo (0,1%). En total, el conjunto de instrumentos para mejorar los vínculos entre los



sectores público-privados (incluyendo las relaciones ciencia industria – RECIN) absorbe el 10,8% de los fondos e incluye 17,5% de los instrumentos.

En relación a las medidas centradas en la estimulación de la inversión privada en I+D, 163 instrumentos fueron identificados (sólo teniendo en cuenta aquellos cuya prioridad principal se relaciona con este tipo de instrumentos), que representa el 20,1% de todos los instrumentos y el 21% del presupuesto total. 63 instrumentos ofrecen apoyo directo e indirecto para la I+D (códigos 2. 3. 1 y 2. 3. 2), y absorben el 16% del presupuesto total que los 27 países de la UE dedica a la I+D e innovación. Casi 7,8% de los instrumentos se centran en la promoción de la inversión privada en I+D de los cuales el 6,3% implica un apoyo directo de la inversión privada en I+D por medio de las subvenciones y préstamos y el 1,5% de los instrumentos es de apoyo indirecto a las empresas de I+D (incentivos fiscales y garantías). Los otros instrumentos de inversión privada en I+D se centran en el capital riesgo (35 instrumentos con un 9,4% del presupuesto) y la creación de empresas (65 instrumentos con 5,5% del presupuesto) absorben a casi el 15% del presupuesto y representa el 12,3% de todos los instrumentos. En el caso de la ayuda directa, en cuatro países muestran un elevado número de instrumentos (Grecia, Austria, Luxemburgo y Bélgica). El otro 12,3% de los instrumentos se centran en la creación de empresas de base tecnológica (8%) y la disponibilidad de capital de riesgo (4,3%). En este caso, Luxemburgo, Portugal, República Checa y Francia muestran un número instrumentos por encima del promedio.

Teniendo en cuenta los grupos de instrumentos que recoge entre sus prioridades el apoyo y promoción de los instituciones de investigación y universidades públicas (incluido el apoyo a la infraestructura de I+D) se ha identificado 106 instrumentos (con el código 2. 1) que conjuntamente absorben más del 19% del total presupuesto y supone el 13% de los 814 instrumentos. La prioridad de 79 instrumentos (9,7%) se centran directamente en la mejora de la gestión de instituciones de investigación y las universidades. Finlandia, Estonia, Suecia, Rumania y los Países Bajos muestran aquí un número relativamente elevado de instrumentos. Otros instrumentos 142 (17,4%) están dirigidos a la mejora de la cooperación entre los institutos de investigación y universidades públicas frente a las empresas privadas. La mayoría de ellos (101) están dirigidos a la mejora de la cooperación público-privada. El número de instrumentos que se centró en este objetivo que está claramente por encima de la media (12,4%); en el caso de Bélgica, Dinamarca, Alemania e Irlanda, respectivamente, con unos porcentajes del 25%, 31,4%, 28,1% y el 23,3%. También Austria e Italia tienen un porcentaje algo superior a la media (16%). Esto significa que, en general, este instrumento es el más frecuentemente usado para la mayoría de los países avanzados. También la promoción de la transferencia de tecnología parece ser otro de los instrumentos más utilizados en los países avanzados, especialmente en Bélgica, Francia, Países Bajos, España y el Reino Unido. Aunque también Bulgaria y Rumania fomentan con mucho frecuencia la implantación de este tipo de instrumentos. Por otra parte, 8 de las 39 prioridades políticas o instrumentos se centran en la creación o mejora de los recursos humanos y capital humano. Este ámbito de la política incluye 116 instrumentos: 24 centrados en la estimulación de los doctores, y el 22 sobre la contratación de investigadores y otras 22 son programas de movilidad. Aunque este ámbito de la política incluye el 14,3% de todos los instrumentos en función de términos presupuestarios es mucho más limitada puesto que absorbe de sólo el 4,9% del total de fondos para I+D e innovación. Los presupuestos limitados, dedicados a este tipo de instrumentos se debe a que la

promoción del capital humano es una política de bajo coste y relativamente barata ya que solo se pagan los costes salariales y/o de viaje.

Para interpretar correctamente la descripción anterior hay que tener en cuenta que los porcentajes antes mencionados se basan en las prioridades principales mencionadas en ERAWATCH por los expertos de los países. Algunos instrumentos tienen objetivos múltiples y por lo tanto los datos presentados en este apartado ofrece sólo una primera estimación aproximada de la importancia de cierto tipo de instrumentos y la combinación de políticas globales de los países. Por otro lado, se puede concluir que los instrumentos diseñados, programados e implementados se alinean con las debilidades y problemas descritos en los informes y reportes de perfil por país. Ya que el mayor número de instrumentos de política se centró en la mejora y aumento de la cooperación público-privada, la transferencia de tecnología y el nivel de excelencia de la investigación pública.

#### **4. Cultura Evaluadora<sup>247</sup>**

En esta sección se tratarán los aspectos relacionados con la cultura de evaluación y seguimiento de los instrumentos de política y mecanismos implantados en los diferentes países analizados. La principal fuente de información será el Inventario Europeo de Políticas de Investigación e Innovación creado por la organización ERAWATCH, que incluye información de 814 instrumentos de 29 países<sup>248</sup>. Esta base de datos, facilitada por la organización ERAWATCH, incluye tres preguntas sobre los estudios de evaluación. El primero indica si se han llevado a cabo una evaluación previa (ex ante). La segunda pregunta si se realizó un seguimiento mientras el instrumento estaba en curso de ejecución y la tercera trata de la evaluación ex post. Esta última opción implica una evaluación del impacto y permite identificar en teoría si el instrumento ha logrado los objetivos previstos y qué aspectos resultan problemáticos. Aunque en esta sección se ofrece una visión global de las tres formas de evaluación especial atención recibe el análisis de la evaluación ex post, dado que éste es el único momento en que una evaluación del impacto real puede llevarse a cabo de manera sistemática. Especialmente en el caso de la evaluación ex ante el efecto esperado o provisto y el resultado real de la política pueden diferir sustancialmente. Por ello en esta sección la atención se centra principalmente en las evaluaciones ex post.

La tabla 7 muestra los principales resultados obtenidos a partir de la base de datos de ERAWATCH. Se puede observar que el 55,8% de los 814 instrumentos no se evaluaron en absoluto. Estos instrumentos no fueron evaluados antes, durante o después de su aplicación. El 24,7% de los instrumentos fueron analizados antes de su aplicación y para el 31% se llevaron a cabo un seguimiento durante la implantación de los instrumentos. Sólo para el 19% de los instrumentos se realizó una evaluación ex post. En otras palabras, sólo a una quinta parte de las políticas se llevó a cabo, por lo menos en teoría, una evaluación del impacto real de los instrumentos después de finalizar su aplicación. Como ya se mencionó los estudios de evaluación pertenecen a la llamada "literatura gris", que significa que, probablemente, una serie de instrumentos fueron evaluados sin embargo estos estudios nunca fueron publicados. Por otra parte, debido a que en un

---

<sup>247</sup> Aunque las tablas contienen los datos de todos los tipos de instrumentos, esta subsección sólo se refiere a los tipos de políticas en las que al menos existen 10 instrumentos. Si el número está por debajo de este mínimo los porcentajes son muy sensibles a pequeños cambios.

<sup>248</sup> Esta excluida Suiza, debido a que para la fecha de la realización de este trabajo no habían sido incluidos sus datos en la base de datos de ERAWATCH.

conjunto de países (como España) se realiza cambios frecuentes en los nombres de los instrumentos podrían hacer pensar que es difícil para que se identifique todos los estudios de evaluación relevantes. Lo que implica una posibilidad que existen estudios de evaluación ejecutados en el pasado pero que no se haya relacionado con el nombre actual del instrumento. Por lo tanto, probablemente, el número de instrumentos de evaluación, está subestimado. También hay que subrayar que el análisis aquí presentado es un mero inventario y no tiene en cuenta la amplitud y seriedad de los estudios. Por lo que probablemente incluye también un conjunto de estudios muy superfluos que apenas se podría considerar estudios de evaluación.

Además estos resultados tienen que ser matizados, una vez que se buscan las diferencias entre países. Si observamos el porcentaje general de instrumentos que no fueron evaluados podemos resaltar un grupo de 7 países de los cuales más del 75% de los instrumentos no fueron evaluados nunca (Hungria, Irlanda, Rumania, España, Malta, la República Checa y Chipre). Mientras que los países más activos son, sorprendentemente, Lituania y Bulgaria, que evaluaron el 87 y 76% de sus instrumentos respectivamente. Seguido directamente por algunos de los países más ricos como Alemania, Austria, Dinamarca y Finlandia y Letonia. La presencia de Lituania en este grupo depende fundamentalmente del hecho de que se llevó a cabo una evaluación ex ante del 78% de los instrumentos, sin embargo, es sorprendente que este país aparentemente no ha realizado ninguna evaluación ex post.

Teniendo en cuenta solamente las evaluaciones ex-post, se puede observar que sólo el 19% de los instrumentos fueron evaluados. En este caso los países más activos son Dinamarca, Alemania, Bulgaria y Finlandia donde se llevó a cabo una evaluación de impacto en 47-59% de sus instrumentos, seguidos de Estonia y Letonia, que evaluaron el impacto de 36-39% de sus instrumentos e Italia, Luxemburgo y la República Eslovaca, que llevaron a cabo una evaluación ex-post de casi el 30% de sus instrumentos. En todos los demás países de la muestra se le realizaron una evaluación ex post a menos del 20% de los instrumentos.

A continuación se analiza la intensidad de la evaluación del impacto de las políticas por tipo de instrumentos (que se define como el porcentaje de los instrumentos de evaluación ex post). Se puede destacar que el tipo de instrumentos más evaluado son los destinados a la mejora de la excelencia en las universidades y organismos públicos de investigación seguidas directamente por las políticas a largo plazo de investigación estratégica, con una intensidad de evaluación (IE), respectivamente, 48 y 45%. En otros seis campos de la política de I+D+i el IE es superior al 30% como los instrumentos de apoyo de organismos públicos de investigación, las infraestructuras de apoyo (como las oficinas de transferencia de tecnología), la movilidad de los investigadores y los incentivos fiscales. En la parte baja de la lista se encuentra un número instrumentos específicos que aparentemente nunca han sido evaluadas como el apoyo a la gestión de la innovación y de asesoramiento, el apoyo a la transferencia de tecnología entre las empresas, o la contratación de personal cualificado en las empresas.

**Tabla 6: Una comparación del numero de instrumentos y los presupuestos de la política de I+D+i llevada a cabo en 27 países de la UE (Basada en la prioridad principal de los instrumentos)**

Prioridad de Principales Políticas	Distribución Presupuesto en %	Distribución del numero de Instrumentos en %	
<b>1. Políticas horizontales y/o a medidas estratégicas a largo plazo</b>	<b>19,95</b>	<b>18,43</b>	<b>150</b>
1. 1. 1 Documentos de políticas estratégicas	0,00	0,49	4
1. 1. 2 Foros de actividades oficiales de asesoramiento y consulta	0,00	0,25	2
1. 1. 3 Política de Servicios de asesoramiento (la previsión tecnológica, cuadro de mandos (métricas), los estudios sectoriales de la innovación)	0,08	0,74	6
1. 2. 1 Políticas estratégicas de investigación (programas de investigación a largo plazo)	5,35	8,23	67
1. 2. 2 Estrategias de Innovación	0,54	0,61	5
1. 3. 1 Agrupación de políticas en programas marco	6,88	4,55	37
1. 3. 2 Las medidas horizontales en apoyo de la financiación	6,92	2,58	21
1. 3. 3 Otras políticas horizontales (por ejemplo, la innovación impulsada por la sociedad)	0,18	0,98	8
<b>2. Políticas respecto al sistema publica de investigación, infraestructuras y transferencia tecnológica</b>	<b>46,00</b>	<b>38,21</b>	<b>311</b>
2. 1. 1 Las medidas de política relativa a la excelencia, la relevancia y gestión de la investigación en las universidades	3,78	7,13	58
2. 1. 2 Organizaciones públicas de investigación	9,95	2,58	21
2. 1. 3 Organizaciones de investigación y tecnología (privadas sin fines de lucro)	0,14	0,25	2
2. 1. 4 Infraestructuras de investigación	5,31	3,07	25
2. 2. 1 Infraestructura de soporte (oficinas de transferencia tecnológica etc. ...)	0,12	1,47	12
2. 2. 2 Transferencia de conocimientos (investigación por contrato, licencias, temas de propiedad intelectual en instituciones públicas, académicas o institutos sin fines de lucro)	1,54	3,56	29
2. 2. 3 Cooperación en I+D (proyectos conjuntos P-P con institutos de investigación)	9,17	12,41	101
2. 3. 1 Apoyo Directo a Negocios de I+D (Subvenciones y Prestamos)	9,71	6,27	51
2. 3. 2 Apoyo Indirecto a Negocios de I+D (Rebajas Fiscales y Garantías)	6,28	1,47	12
<b>3. Políticas para la creación y estabilización de capital humano</b>	<b>5,03</b>	<b>14,25</b>	<b>116</b>
3. 1. 1 Sensibilización a la educación en ciencias y emprendedores	0,11	1,60	13
3. 1. 2 Relación entre enseñanza e investigación	0,00	0,49	4
3. 1. 3 Estimulación a Estudios Avanzados Doctorados	1,15	2,95	24
3. 2. 1 Contratación de investigadores (incentivos fiscales)	1,39	2,21	18
3. 2. 2 Desarrollo de la carrera de los investigadores universitarios)	0,62	1,60	13
3. 2. 3 Movilidad de investigadores (caza de talentos, transferencia de derechos)	0,42	2,70	22
3. 3. 1 Capacitación para el trabajo de los investigadores y otro personal involucrado en la innovación	0,95	0,98	8
3. 3. 2 Contratación de personal capacitado en las empresas	0,39	1,72	14
<b>4. Políticas en apoyo al sistema productivo</b>	<b>27,73</b>	<b>23,34</b>	<b>190</b>
4. 1. 1 Apoyo a la innovación sectorial en la industria manufactura	2,02	2,83	23
4. 1. 2 Apoyo a la innovación en los servicios	0,54	0,98	8
4. 2. 1 Apoyo a la gestión de la innovación y servicios de asesoramiento	3,00	4,05	33
4. 2. 2 Apoyo a la innovación organizativa incl. e-business, las nuevas formas de organización del trabajo, etc.	5,63	1,72	14
4. 2. 3 Apoyo a la transferencia de tecnología entre las empresas	1,66	1,47	12
4. 3. 1 Apoyo a la creación de empresas innovadoras	5,52	7,99	65
4. 3. 2 Apoyo al capital de riesgo	9,36	4,30	35
<b>5. Políticas para mejorar la cultura innovadora, incentivar la propiedad intelectual y otras medidas legales</b>	<b>1,28</b>	<b>5,76</b>	<b>47</b>
5. 1. 1 Apoyo a la creación de clima favorable de innovación (por ejemplo, exposiciones itinerantes, campañas de sensibilización)	0,03	1,35	11
5. 1. 2 Premios a la innovación incl. premios al diseño	0,00	0,98	8
5. 2. 1 Los incentivos fiscales en apoyo de la difusión de tecnologías innovadoras, productos y servicios	1,10	1,35	11
5. 2. 2 Apoyo y directrices en innovación ecológica en la contratación pública	0,01	0,12	1
5. 3. 1 Medidas para aumentar la concienciación y proporcionar información general sobre derechos de propiedad intelectual (IPR)	0,00	0,37	3
5. 3. 2 Consultoría e incentivos financieros a la utilización de los (IPR)	0,11	1,47	12
5. 3. 3 Apoyo a la utilización de normas innovadoras	0,01	0,12	1
<b>Sin clasificar</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	
<b>Total general</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>814</b>

Fuente: Heijs, et al. (2010), y la base de datos "European Inventory of Research and Innovation Policy Measures".

**Tabla 7: Evaluación de instrumentos de política: Una evaluación cuantitativa a nivel de país**

	Numero de instrumentos	Al menos % Ex ante	Al menos % Following up	Al menos % Ex post	No evaluados
Austria	48	14,6%	64,6%	10,4%	31,3%
Bélgica	28	3,6%	39,3%	0,0%	57,1%
Bulgaria	17	47,1%	64,7%	52,9%	23,5%
Chipre	18	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Republica Checa	21	0,0%	4,8%	0,0%	95,2%
Dinamarca	35	60,0%	68,6%	57,1%	31,4%
Estonia	18	27,8%	33,3%	38,9%	61,1%
Finlandia	42	38,1%	54,8%	47,6%	38,1%
Francia	44	6,8%	27,3%	11,4%	63,6%
Alemania	39	38,5%	51,3%	59,0%	28,2%
Grecia	16	43,8%	18,8%	6,3%	56,3%
Hungría	51	17,6%	3,9%	2,0%	76,5%
Islandia	NA	NA	NA	NA	NA
Irlanda	30	6,7%	13,3%	13,3%	76,7%
Italia	24	20,8%	20,8%	29,2%	62,5%
Letonia	28	57,1%	42,9%	35,7%	39,3%
Lituania	32	78,1%	12,5%	0,0%	12,5%
Luxemburgo	14	14,3%	50,0%	28,6%	50,0%
Malta	25	8,0%	4,0%	4,0%	92,0%
Países Bajos	35	5,7%	51,4%	14,3%	45,7%
Polonia	39	33,3%	2,6%	2,6%	66,7%
Portugal	45	42,2%	26,7%	0,0%	42,2%
Rumania	10	20,0%	10,0%	10,0%	80,0%
Republica Eslovaca	10	30,0%	40,0%	30,0%	60,0%
Eslovenia	20	15,0%	40,0%	20,0%	50,0%
Turquía	NA	NA	NA	NA	NA
España	47	14,9%	17,0%	14,9%	80,9%
Suecia	28	32,1%	25,0%	17,9%	57,1%
Suiza	NA	NA	NA	NA	NA
Reino Unido	50	14,0%	32,0%	20,0%	56,0%
Total general	769	24,7%	31,2%	19,9%	55,8%

*Fuente:* Heijs, J; Baanante, I. y Moya, E. *et al.* (2010), y consulta en la base de datos “*European Inventory of Research and Innovation Policy Measures*”.

El análisis de los instrumentos destinados a la promoción directa o indirecta de inversiones en I+D son evaluados y seguidos con frecuencia. En el caso de la ayuda indirecta a la I+D el 44% de los instrumentos se evaluaron en un momento determinado (ex ante, durante la ejecución o ex post), mientras que el 25% de los instrumentos se valoran a posteriori. Además en el caso de la ayuda directa casi el 50% de los instrumentos fue evaluado en un determinado momento y casi el 16% fue evaluado a posteriori. Por otro lado, casi el 43% de los instrumentos enfocados en el capital de riesgo y casi el 37% de las medidas encaminadas a la creación de nuevas empresas de base tecnológica fueron evaluados en un determinado momento. En el caso de la evaluación ex post, estos porcentajes fueron del 14,3% y del 9,2% respectivamente.

**Tabla 8: Evaluación de instrumentos de política: Una comparación de instrumentos de política basado en las principales prioridades.**

	Numero instru- mentos	Ex ante	durante	Ex post	No
<b>1. 6 Principales prioridades de Políticas</b>					
1. 1. 1 Documentos de políticas estratégicas (documentos oficiales y de políticas consultadas, documentos verdes o blancos, Programas Operativos de los Fondos Estructurales)	4	0,0%	25,0%	0,0%	75,0%
1. 1. 2 Foros de actividades oficiales de asesoramiento y consulta	2	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
1. 1. 3 Política de Servicios de asesoramiento (la previsión tecnológica, cuadro de mandos (métricas), los estudios sectoriales de la innovación)	6	33,3%	16,7%	33,3%	33,3%
1. 2. 1 Políticas estratégicas de investigación (programas de investigación a largo plazo)	67	44,8%	59,7%	44,8%	29,9%
1. 2. 2 Estrategias de Innovación	5	20,0%	0,0%	0,0%	80,0%
1. 3. 1 Agrupación de políticas en programas marco	37	32,4%	16,2%	16,2%	54,1%
1. 3. 2 Las medidas horizontales en apoyo de la financiación	21	38,1%	19,0%	28,6%	38,1%
1. 3. 3 Otras políticas horizontales (por ejemplo, la innovación impulsada por la sociedad)	8	37,5%	0,0%	12,5%	50,0%
2. 1. 1 Las medidas de política relativa a la excelencia, la relevancia (utilidad) y gestión de la investigación en las universidades	58	44,8%	48,3%	48,3%	39,7%
2. 1. 2 Organizaciones públicas de investigación	21	33,3%	38,1%	38,1%	57,1%
2. 1. 3 Organizaciones de investigación y tecnología (privadas sin fines de lucro)	2	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
2. 1. 4 Infraestructuras de investigación	25	28,0%	8,0%	4,0%	68,0%
2. 2. 1 Infraestructura de soporte (oficinas de transferencia, formación de personal de apoyo)	12	8,3%	50,0%	25,0%	50,0%
2. 2. 2 Transferencia de conocimientos (investigación por contrato, licencias, temas de propiedad intelectual en instituciones públicas, académicas o institutos sin fines de lucro)	29	24,1%	34,5%	13,8%	51,7%
2. 2. 3 Cooperación en I+D (proyectos conjuntos P-P con institutos de investigación)	101	30,7%	26,7%	23,8%	52,5%
2. 3. 1 Apoyo Directo a Negocios de I+D (Subvenciones y Prestamos)	51	31,4%	31,4%	15,7%	51,0%
2. 3. 2 Apoyo Indirecto a Negocios de I+D (Rebajas Fiscales y Garantías)	12	25,0%	16,7%	25,0%	66,7%
3. 1. 1 Sensibilización a la educación en ciencias y emprendedores	13	38,5%	38,5%	23,1%	38,5%
3. 1. 2 Relación entre enseñanza e investigación	4	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
3. 1. 3 Estimulación a Estudios Avanzados Doctorados	24	25,0%	25,0%	20,8%	66,7%
3. 2. 1 Contratación de investigadores (incentivos fiscales)	18	16,7%	11,1%	16,7%	83,3%
3. 2. 2 Desarrollo de la carrera(contratos a largo plazo para los investigadores universitarios)	13	23,1%	46,2%	23,1%	53,8%
3. 2. 3 Movilidad de investigadores (caza de talentos, transferencia de derechos)	22	36,4%	31,8%	27,3%	59,1%
3. 3. 1 Capacitación para el trabajo de los investigadores y otro personal involucrado en la innovación	8	12,5%	25,0%	25,0%	62,5%
3. 3. 2 Contratación de personal capacitado en las empresas	14	21,4%	7,1%	0,0%	71,4%
4. 1. 1 Apoyo a la innovación sectorial en la industria manufactura	8	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
4. 1. 2 Apoyo a la innovación en los servicios	33	18,2%	27,3%	0,0%	57,6%
4. 2. 1 Apoyo a la gestión de la innovación y servicios de asesoramiento	14	21,4%	21,4%	7,1%	57,1%
4. 2. 2 Apoyo a la innovación organizativa incl. e-business, las nuevas formas de organización del trabajo, etc.	12	66,7%	25,0%	0,0%	16,7%
4. 2. 3 Apoyo a la transferencia de tecnología entre las empresas	65	15,4%	21,5%	9,2%	63,1%
4. 3. 1 Apoyo a la creación de empresas innovadoras	35	8,6%	28,6%	14,3%	57,1%
4. 3. 2 Apoyo al capital de riesgo	11	36,4%	18,2%	9,1%	45,5%
5. 1. 1 Apoyo a la creación de clima favorable de innovación (por ejemplo, exposiciones itinerantes, campañas de sensibilización)	8	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
5. 1. 2 Premios a la innovación incl. premios al diseño	11	0,0%	9,1%	9,1%	81,8%
5. 2. 1 Los incentivos fiscales en apoyo de la difusión de tecnologías innovadoras, productos y servicios	1	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
5. 2. 2 Apoyo y directrices en innovación ecológica en la contratación pública	3	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
5. 3. 1 Medidas para aumentar la concienciación y proporcionar información general sobre derechos de propiedad intelectual (IPR)	12	8,3%	33,3%	8,3%	58,3%
5. 3. 2 Consultoría e incentivos financieros a la utilización de los (IPR)	1	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
5. 3. 3 Apoyo a la utilización de normas innovadoras	814	27,1%	28,4%	19,9%	55,0%

Fuente: Heijts, et al. (2010), basado en la base de datos "European Inventory of Research and Innovation Policy Measures".

Respecto a los tres tipos de instrumentos cuya prioridad se relaciona con las relaciones entre la ciencia y la industria se puede observar que casi el 50% de ellos fueron evaluados a priori, a posteriori o durante la ejecución. Observando la evaluación ex post los porcentajes son diferentes para cada uno de ellos. En el caso de los instrumentos enfocados hacia la cooperación público y privado en I+D y las medidas consideradas como apoyo a la infraestructura para vínculos entre lo público y lo privado en torno al 24-25% de los instrumentos fueron evaluados a posteriori, mientras que en el caso del instrumento para favorecer la transferencia de conocimientos, este porcentaje fue casi el 14%. Los instrumentos en apoyo a los organismos de investigación públicos y las universidades fueron evaluados con frecuencia. Casi el 60% de las políticas que promueven la excelencia, la relevancia (o utilidad) y la gestión de la I+D en las universidades fueron evaluados en un determinado momento, mientras que el 48% de ellos fueron evaluados a posteriori. En el caso de las políticas orientadas hacia las organizaciones públicas de investigación estos porcentajes son respectivamente 43% y 38%. Mientras que en el caso de las políticas hacia la infraestructuras de Ciencia y Tecnología se realizaron pocos estudios ex post, aunque en el 28% de los casos un estudio ex ante fue realizado.

En conclusión se puede observar que la de cultura de la evaluación debe ser mejorada notablemente. De todos modos, como ya indicado, este análisis solo se puede considerar una primera aproximación ya que no analiza el contenido real y la amplitud de las evaluaciones.

## **5. Conclusiones y comentarios finales**

En este capítulo se han recogido los obstáculos y problemas de los sistemas de innovación y las tendencias respecto a las políticas de I+D+i de 30 países europeos. Se puede concluir que existe un gran número de obstáculos y retos tanto en los países más avanzados como en los países menos desarrollados. En general muchos retos y problemas son parecidas en todos los países- Por ejemplo, incluso en algunos de los países más avanzados con sistemas de innovación muy bien articulado (como Alemania o Finlandia) consideran la falta de cultura innovadora como un obstáculo importante.

Pensamos que la fiabilidad de los análisis es alta. Los informes ERA-watch ofrecen información más o menos estandarizada debido a que los autores han recibido instrucciones claras sobre los temas y aspectos a tratar. Aunque para la correcta interpretación de los resultados presentados en este informe ha de tenerse en cuenta que los informes, al ser preparados por los diferentes expertos nacionales con diferentes orígenes e intereses, pueden incluir o excluir algunos aspectos muy concretos. Es decir, en ciertas ocasiones puede ser que un aspecto concreto no se mencione en los informes de algún país concreto. En conclusión, el hecho que para algunos países específicos puede no haberse mencionado un determinado aspecto, obstáculo o tendencia no puede interpretarse como que no existe. Por tanto, los resultados presentados aquí ponen de relieve la situación europea general y las tendencias principales. Sin poder asegurar que para cada país concreto podría faltar un aspecto puntual.

Como se ha podido observar resulta difícil establecer diferencias entre tipos de países según sus problemas. Se debe subrayar que las diferencias entre los distintos grupos de países se refieren a tendencias generales. Por ejemplo los países más innovadores indican en general menos problemas respecto al capital humano pero al mismo tiempo existen países muy innovadores que sí lo consideran como un problema. Por lo que en

realidad no hay un patrón claro de tendencias según tipo de países y en cada uno de los grupos de países de un esfuerzo innovador similar o de PIB per capita parecido existen diferencias puntuales.

Existen dos o tres aspectos de los sistemas de innovación que se mencionan frecuentemente como problemáticos por parte de los informes de los 30 países analizados y son justamente estos campos de la política tecnológica que han recibido mucha atención y donde se han implantado nuevos instrumentos. El primero sería la cooperación entre el mundo académico y las empresas con el objetivo de comercializar los resultados científicos mencionados por 28 de los 30 países analizados (Excepto Malta y Alemania). Este déficit en los sistemas de innovación ha recibido mucha atención en las políticas y de hecho un elevado número de instrumentos de política se centró en la mejora y aumento de la cooperación público-privada, la transferencia de tecnología y el nivel de excelencia de la investigación pública. Respecto a este último aspecto es necesario para mejorar la utilidad de los resultados de la investigación pública. Estas tres políticas absorben casi el 15% de los presupuestos y representan el 23% de los 814 instrumentos recogidos por ERA-watch. Considerando también el número de instrumentos y presupuestos que tengan en cuenta estos objetivos como una prioridad secundaria su importancia aumentará sustancialmente. El segundo aspecto que casi todos los países mencionan como problemático es la disponibilidad y calidad de capital humano de los sistemas de innovación. 27 de los 30 países mencionan la escasez de los recursos humanos, 20 países la falta de atracción de la carrera como investigador y 20 países avisan por la fuga de cerebros. Mientras que solo Suecia y Suiza no mencionan ninguno de estos aspectos. Por otro lado el obstáculo o reto más mencionado (por 28 países) es la falta de esfuerzo o gasto en innovación por la falta de capacidad tecnológica en las empresas y respecto a otros agentes o recursos en el sistema de innovación. Solo Austria y Bélgica no mencionaron este problema.

Una de las conclusiones respecto a las tendencias en la política de I+D+i detectadas en los informes es que se puede destacar la promoción de la I+D aplicada en instituciones de educación superior que en realidad promueve la transferencia de conocimientos científicos hacía su aplicación tecnológica en las empresas (mencionado por 25 países). Lo que confirma la importancia del tema central de este libro: las relaciones Ciencia – Industria.

Respecto a la evaluación la sección cuatro nos ha revelado que el 55,8% de los 814 instrumentos no se evaluaron en ningún momento. Estos instrumentos no fueron evaluados ni antes, ni durante ni después de su aplicación. Además para sólo una quinta parte de las políticas se llevó a cabo, por lo menos en teoría, una evaluación del impacto real de los instrumentos después de finalizar su aplicación. Como ya se mencionó los estudios de evaluación pertenecen a la llamada "literatura gris", lo que significa que, probablemente, una serie de instrumentos fueron evaluados sin embargo estos estudios nunca fueron publicados. Por otra parte los cambios en los nombres de los instrumentos podrían hacer pensar que es difícil para que se identifiquen o relacionen siempre los instrumentos con nombres nuevos con estudios de evaluación realizados en el pasado con un nombre distinto. Por lo tanto, con toda la seguridad el número de instrumentos que hayan sido evaluados, está subestimado. Además nuestro análisis no tiene en cuenta la amplitud y seriedad de los estudios por lo que probablemente incluye también un conjunto de estudios muy superfluos.

Todo ello no nos impide concluir que en la mayoría de los países la cultura de evaluación es poco desarrollado y debe de ser mejorada notablemente.



### Referencias Bibliográficas

- Heijs, J. (2010) El sistema español de innovación: fortalezas y debilidades. Boletín MEDES 4/2010. Fundación Lilly
- Heijs, J (Coordinator); Baanante, I. y Moya, E. (2010). An Inventory of Obstacles, Challenges, Weaknesses of the Innovation System and of the Objectives and Trends of R&D and Innovation Policies in Selected European Countries. Work Package 4 Reporte 1, National Innovation System and Science – Industry Relationships (SIRE), Proyecto CIA4OPM Impact Assessments for Better RTDI Policies, Madrid; [www.cia4opm.com](http://www.cia4opm.com)
- Heijs, J. (2011): ERAWATCH ERAWATCH Country Report 2009, SPAIN. [http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/reports/country\\_rep](http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/reports/country_rep)
- Sagan, C. (1980), Octava edición (1985). Cosmos; Barcelona (España), Editorial Planeta, S. A. , capítulo primero, pp. 3
- ERA watch (diversos). Se han utilizado los “National Country Reports” de 2008 y 2009 de 30 países europeos accesibles en la pagina web de ERA-watch: <http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm>

**Tabla Annex 1: Taxonomía de Retos y problemas asociados a los Sistemas Nacionales de Innovación Taxonomía**  
(véase para la descripción de las tendencias en la tabla 1)

Códigos Retos SNI	1. a	1. b	1. c	1. d	1. e	2. a	2. b	2. c	Esfuerzo en innovación y capacidad tecnológica	3. a	3. b	3. c	3. d	3. e	Retos del Sistema Publico de Investigación
Austria		1		1					2		1	1	1	1	4
Bélgica		1			1	1	1	1	5		1		1		2
Bulgaria	1				1	1	1	1	5		1		1	1	3
Chipre	1					1	1	1	4			1	1	1	3
República Checa	1	1					1	1	4		1		1		2
Dinamarca	1	1		1	1		1	1	6					1	1
Estonia	1	1		1				1	4		1		1	1	3
Finlandia	1	1				1			3				1		1
Francia	1	1						1	3				1	1	2
Alemania	1				1			1	3				1		1
Grecia	1					1		1	3		1	1	1	1	4
Hungría	1				1	1	1	1	5		1				1
Islandia	1					1	1	1	4				1	1	2
Irlanda	1					1			2		1	1	1		3
Italia	1	1		1	1	1	1		6		1		1		2
Letonia	1				1	1	1	1	5	1	1		1	1	4
Lituania	1	1		1				1	4		1		1	1	3
Luxemburgo	1			1		1		1	4		1		1	1	3
Malta	1								1		1			1	2
Holanda	1	1	1	1		1		1	6				1		1
Polonia	1				1	1	1	1	5	1	1		1	1	4
Portugal	1		1			1	1	1	5		1				1
Rumania	1	1		1		1	1	1	6		1		1	1	3
Eslovaquia	1			1		1	1	1	5	1	1		1	1	4
Eslovenia	1					1	1		3					1	1
España	1						1	1	3			1	1	1	2
Suecia	1	1		1			1		4				1		1
Suiza	1			1		1		1	4				1		1
Turquía	1					1			2						0
Reino Unido	1	1				1			3				1		1
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>119</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>65</b>

*Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH*

Problemas y debilidades de los SNI: una perspectiva Europea

**Tabla A1 (Sigüe): Taxonomía de Retos y problemas asociados a los Sistemas Nacionales de Innovación Taxonomía**  
(véase para la descripción de las tendencias en la tabla 1)

Códigos Retos SNI	4. a	4. b	4. c	Retos de los Enlaces ciencia industria	5. a	5. b	5. c	Retos de Recursos Humanos	6. a	6. b	6. c	6. d	6. e	6. f	6. g	6. h	Retos del contexto del SIN
Austria		1	1	2	1			1	1								1
Bélgica		1	1	2	1	1	1	3				1					1
Bulgaria		1	1	2	1	1	1	3	1						1		2
Chipre		1	1	2	1	1	1	3	1			1	1		1	1	5
República Checa		1	1	2	1	1	1	3	1						1		2
Dinamarca		1	1	2	1	1	1	3	1			1		1	1		4
Estonia		1	1	2	1	1	1	3	1				1	1		1	4
Finlandia		1		1		1		1	1			1			1	1	4
Francia		1	1	2	1	1		2							1		1
Alemania				0	1			1				1			1	1	3
Grecia		1	1	2	1	1	1	3	1			1	1	1	1		5
Hungría		1	1	2	1	1	1	3	1	1					1	1	4
Islandia		1	1	2	1	1		2	1			1	1		1	1	5
Irlanda		1	1	2	1	1		2					1		1		2
Italia		1		1	1	1	1	3	1			1		1	1	1	5
Letonia	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1		1		1	6
Lituania		1	1	2	1	1	1	3	1				1	1		1	4
Luxemburgo		1		1	1	1	1	3					1		1	1	3
Malta				0	1		1	2	1			1					2
Holanda		1	1	2	1	1	1	3				1					1
Polonia	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1		1		1	6
Portugal	1	1	1	3	1	1		2	1	1		1	1		1	1	6
Rumania	1	1	1	3	1	1	1	3	1		1	1	1	1		1	6
Eslovaquia	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1		1		1	1	1	6
Eslovenia	1	1	1	3	1	1		2	1	1						1	3
España		1	1	2	1		1	2	1			1					2
Suecia			1	1				0				1			1	1	3
Suiza		1		1				0						1		1	2
Turquía		1		1	1		1	2						1		1	2
Reino Unido		1	1	2	1	1	1	3		1							1
Total	6	27	23	56	27	23	20	70	20	7	3	17	9	11	16	18	101

Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH

**Tabla Annex 2: Taxonomía de las de las debilidades en el diseño de las políticas de I+D+i**

(véase para la descripción de las tendencias en la tabla 1)

Códigos Políticas Fallidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Políticas por País
Austria								1			1		1			1			4
Bélgica					1										1	1		1	4
Bulgaria					1								1			1			3
Chipre			1		1	1				1		1	1	1	1	1			9
República Checa								1					1			1			3
Dinamarca		1	1	1	1					1		1		1		1			8
Estonia		1		1	1					1	1		1			1			7
Finlandia		1											1	1		1			4
Francia		1	1								1					1		1	5
Alemania			1								1		1		1				4
Grecia					1	1					1	1		1		1			6
Hungría		1	1		1					1	1	1		1		1			8
Islandia	1											1		1		1			4
Irlanda					1	1					1		1	1					5
Italia			1		1					1		1	1	1		1	1		8
Letonia					1					1				1		1			4
Lituania		1	1	1	1					1	1		1			1			8
Luxemburgo					1						1			1	1				4
Malta	1		1						1				1				1		5
Holanda					1											1			2
Polonia				1	1					1				1		1			5
Portugal	1				1						1	1				1	1		6
Rumania				1	1									1					3
Eslovaquia			1	1	1		1									1			5
Eslovenia		1			1						1	1	1			1	1		7
España					1								1						2
Suecia													1			1		1	3
Suiza		1			1	1					1			1		1	1		7
Turquía		1							1		1				1	1		1	6
Reino Unido			1			1												1	3
Políticas por Código	3	9	10	6	20	5	1	2	2	8	13	8	14	13	5	23	5	5	

*Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH*

# Problemas y debilidades de los SNI: una perspectiva Europea

**Tabla Annex 3: Taxonomía de Oportunidades y Tendencias de Políticas Países** (véase para la descripción de las tendencias en la tabla 4)

Códigos de Tendencias Políticas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	Total por País
Austria	1					1			1	1	1								1	1		7
Bélgica		1									1				1			1				4
Bulgaria					1					1			1			1	1					5
Chipre	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	18
Republica Checa		1				1				1	1		1					1				6
Dinamarca	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1			1			1	16
Estonia				1					1		1			1	1				1			6
Finlandia	1		1		1		1		1		1	1	1	1			1		1		1	12
Francia	1		1			1			1	1		1	1				1					8
Alemania		1				1	1				1	1				1			1	1		8
Grecia	1	1	1						1		1	1	1	1			1			1	1	11
Hungría	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
Islandia	1				1	1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1			13
Irlanda	1	1	1		1	1	1	1	1		1		1	1	1		1		1	1	1	16
Italia	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1		1	1	1		1	17
Letonia	1	1	1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1		1	17
Lituania	1	1		1		1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	16
Luxemburgo	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1			1	1	15
Malta	1			1	1	1							1	1		1			1			8
Holanda	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	17
Polonia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	19
Portugal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			18
Rumania	1	1	1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1		1	17
Eslovaquia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
Eslovenia	1	1		1		1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	16
España	1	1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		16
Suecia	1				1	1				1		1		1							1	7
Suiza	1				1			1	1		1		1	1	1	1	1		1		1	12
Turquía						1							1		1			1				4
Reino Unido		1			1	1			1			1	1	1	1						1	9
Total por Tendencia	23	19	14	14	20	22	13	16	21	19	20	15	25	23	18	15	17	15	19	12	18	

Fuente: Elaboración propia basada en los informes y perfiles de país de ERAWATCH.

## **PARTE 2**

### **ASPECTOS SELECCIONADOS:**

### **APRENDIZAJE, COMPETITIVIDAD Y EMPLEO**

Aspectos seleccionados: Aprendizaje, competitividad y empleo

## CAPÍTULO 9. INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS <sup>249</sup>

### 1. Introducción.

Una de las ideas que ha alcanzado una mayor difusión en los medios empresariales y en la formulación de las políticas económicas, es la que concierne a la relación entre el desarrollo tecnológico —o, más genéricamente, la innovación— y la competitividad. De este modo, se señala que aquél constituye un fundamento básico de ésta y que su trabazón se manifiesta tanto en el plano macroeconómico como en el terreno empresarial.

Ciertamente, este tipo de ideas no constituye una novedad radical en la esfera del pensamiento económico y es heredero de una concepción más general en la que se plantea el papel crucial de la tecnología para el impulso y la conducción del desarrollo económico. Aunque en él cristalizan muchos elementos legados de la tradición clásica, puede tomarse a Schumpeter como referente fundamental a este respecto, pues una buena parte de su visión sobre la tecnología inspira las modernas formulaciones sobre el asunto<sup>250</sup>. Este autor, en su *Teoría del desenvolvimiento económico*<sup>251</sup>, sostuvo que el desarrollo es, en esencia, una consecuencia del fenómeno de la *destrucción creadora*, es decir, del hecho de que en el sistema económico aparezca la producción de nuevos tipos de bienes —y con ella de nuevas industrias— que desplazan a los existentes, se difundan nuevos métodos de producción, emerjan nuevos mercados, se descubran nuevas fuentes de materias primas o surjan nuevas formas de organización de la industria<sup>252</sup>.

La destrucción creadora puede tener una lectura de carácter macroeconómico, de manera que se trata de un fenómeno subyacente al crecimiento y a la transformación estructural de la economía en su conjunto. Sin embargo, Schumpeter situó también su análisis en el terreno microeconómico al hacerla depender de las acciones de un tipo peculiar de personas —unos individuos que “encuentran su gozo en la aventura”<sup>253</sup> y para quienes “la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito”<sup>254</sup>— que, ejerciendo el “liderazgo económico”, conducen “los medios de producción a nuevos caminos”<sup>255</sup>. Se trata de los modernos “capitanes de la industria”<sup>256</sup>, categoría ésta en la que se engloba tanto a los empresarios —unos “hombres de negocios independientes”<sup>257</sup>— como a los directivos de empresa —personas

---

<sup>249</sup> Algunas de las ideas que se recogen en esta texto fueron desarrolladas en otro anterior [Buesa y Zubiaurre, 1999] en el que se desarrolla más ampliamente el análisis empírico del caso vasco.

<sup>250</sup> Acerca de Schumpeter y de su visión sobre el papel de la tecnología en el desarrollo económico, puede verse Vegara (1989), capítulo 3. Una revisión de las ideas schumpeterianas y de su recuperación p análisis evolucionista, la he efectuado en Buesa (2005).

<sup>251</sup> Vid. Schumpeter (1911), donde se recoge el núcleo básico de las ideas sobre la relación entre la innovación tecnológica y el desarrollo económico; ideas que serían completadas y, en parte, reformuladas en Schumpeter (1943).

<sup>252</sup> Cfr. Schumpeter (1911), pág. 77.

<sup>253</sup> *Ibidem*, pág. 102.

<sup>254</sup> *Ibidem*, pág. 103.

<sup>255</sup> *Ibidem*, pág. 98.

<sup>256</sup> *Ibidem*, pág. 87 y 88.

<sup>257</sup> *Ibidem*, pág. 84.



“dependientes o empleados de una compañía, como directores, miembros del consejo de administración”<sup>258</sup>— que adoptan iniciativas para establecer las nuevas combinaciones de los recursos de las que emerge la innovación. En definitiva, expresándolo en términos actuales, estamos ante las empresas innovadoras que desarrollan en conocimiento y materializan el cambio tecnológico.

Estas dos líneas analíticas —macro y microeconómica— han pervivido hasta nuestros días. La primera tiene su expresión más relevante en la teoría del crecimiento que, partiendo de Abramovitz y, sobre todo de Solow, enfatiza en el importante papel que desempeña la tecnología para explicar las ganancias de productividad que, añadidas al efecto de los aumentos que experimenta la utilización de factores, son responsables del incremento en la producción<sup>259</sup>. En los últimos quince años, impulsados por el problema que plantea la *paradoja de la productividad*<sup>260</sup>, los modelos de crecimiento se han hecho más complejos, incorporando nuevas formas de aprehensión del progreso técnico —en especial dentro de las teorías del crecimiento endógeno— y admitiendo especificaciones desagregadas que entran en el terreno mesoeconómico<sup>261</sup>. Y los resultados obtenidos en las estimaciones empíricas de esos modelos señalan de nuevo, ahora a partir de una evidencia más convincente, el carácter estratégico de la producción y la difusión de la tecnología para el crecimiento de la economía en su conjunto y de los sectores en los que se realiza un mayor esfuerzo para sostener las actividades de creación de conocimiento<sup>262</sup>. Por citar tan sólo el trabajo que con mayor amplitud empírica ha abordado recientemente la cuestión —el de Guellec y Van Pottelsberghe (2001), referido a 16 países miembros de la OCDE—, se puede señalar que la productividad de los factores en cada país se ve influida positiva y significativamente por la I+D empresarial —con una elasticidad del orden de 0,13—, por la I+D científica —con una elasticidad de 0,17— y por la I+D privada que se realiza en el exterior —con una elasticidad de 0,44—, siendo este último elemento expresivo de la relevancia que, para el crecimiento, tiene la absorción de la tecnología foránea<sup>263</sup>. Y si centramos en las tecnologías de la información, se puede señalar que su contribución al crecimiento de la economía española ha sido, en los últimos años, del orden del 12 en cuanto al VAB y de más del 40 por 100 en lo que respecta a la productividad de los factores, cifras que resultan inferiores al promedio de la Unión Europea<sup>264</sup>.

---

<sup>258</sup> *Ibídem*, pág. 85. Al referirse a los directivos de empresa, Schumpeter añade el comentario: “cosa que se está convirtiendo en regla general”.

<sup>259</sup> Los trabajos seminales son los de Abramovitz (1956) y Solow (1957); ambos pueden consultarse en Rosenberg (1979).

<sup>260</sup> La *paradoja de la productividad* hace referencia, tal como lo expresa la OCDE, a la exigua obtención de ganancias de productividad en el período posterior a la crisis de los setenta, “a pesar del rápido crecimiento de las inversiones en materia gris, realizadas particularmente en el marco de los esfuerzos desplegados por el sector privado para realizar actividades de I+D, y a pasar de la irrupción en el escenario económico de una nueva generación de tecnologías de la información y de las comunicaciones”. Cfr. OCDE (1996), vol. 2, pág. 12.

<sup>261</sup> Vid. para una presentación sintética, De la Fuente (1992).

<sup>262</sup> Vid. para un balance de los resultados de los estudios sobre el crecimiento, OCDE (1996), capítulo 2, OCDE (2001), capítulo 4 y OCDE (2003). Para el caso de la economía española, puede verse, desde una perspectiva agregada y comparativa con los demás países de la OCDE, el estudio de De la Fuente (1998); con un enfoque desagregado por industrias, el de López Pueyo y Sanaú (1999); y con referencia al papel específico de las tecnologías de la información, el de Mas y Quesada (2005).

<sup>263</sup> Vid. también OCDE (2003).

<sup>264</sup> Vid. Mas y Quesada (2005) y Núñez (2001).

Por su parte, la segunda línea de análisis —la microeconómica— se inspira en buena medida en las propuestas metodológicas de la economía industrial y adopta también elementos de la economía de la empresa, de manera que se desenvuelve a partir de un esquema analítico en el que se trata de poner en relación las características de las empresas y sus actividades con sus resultados competitivos<sup>265</sup>. En general, siguiendo la estela schumpeteriana, se postula que el desarrollo de la tecnología constituye un factor clave para la competitividad de las empresas y, consecuentemente, para su éxito en el mercado. Sin embargo, los estudios empíricos reflejan que las cosas no son tan simples y que, aunque las actividades de creación de conocimiento puedan ser relevantes, otros elementos de orden productivo, organizativo, concurrencial, financiero o referidos al desarrollo de cualificaciones ejercen una influencia significativa sobre aquella<sup>266</sup>.

El estudio que se presenta en este trabajo se inscribe dentro de esta última corriente de investigación. Mi propósito es explorar, desde una perspectiva empírica, si las formas de articulación de las actividades de creación de conocimiento en las empresas —o, en los términos que aquí se emplearán, los *patrones de innovación*— guardan relación con su capacidad y posición competitiva en el mercado. Para ello, se tomarán en cuenta los resultados que, referidos al País Vasco, se desprenden de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza* realizada sobre una muestra representativa de las empresas innovadoras localizadas en esa región y de Navarra<sup>267</sup>. En los epígrafes que siguen, se abordan sucesivamente los siguientes aspectos: en primer lugar, se procede a una descripción de los principales rasgos que caracterizan a las empresas mencionadas con objeto de establecer su perfil estructural, y a continuación se analiza, de una forma global, cómo se configura la organización de los procesos de generación de los conocimientos tecnológicos en ellas; en segundo término, teniendo en cuenta que, lejos de la uniformidad, los comportamientos empresariales son muy diversos, se establece, por medio de la aplicación de la técnica del análisis *cluster*, una tipología de los patrones de innovación existentes entre las empresas encuestadas; y por último se estudia cómo es la competitividad de las empresas encuadradas en cada patrón tecnológico, considerando para ello cuál es su posición con respecto a sus competidores, por una parte, y cuáles son sus resultados en el terreno de la internacionalización, por otra<sup>268</sup>.

<sup>265</sup> Vid. para un ejemplo de este tipo de esquemas analíticos, el estudio de Baldwin *et al.* (1994), seguramente uno de los más completos en cuanto a la extensión de los elementos considerados para el estudio de los factores que determinan la competitividad. Y para el caso concreto de las relaciones entre innovación y competitividad, los de Lefebvre y Lefebvre (1992) y Kleinlencz y Monhen (2001).

<sup>266</sup> Vid. para un balance de estos resultados, la síntesis que recoge el informe de la OCDE (1996), págs. 36 y 37. Asimismo tiene interés para este tema el trabajo de la OCDE (2001a).

<sup>267</sup> La *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza* sobre la innovación tecnológica en las empresas de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra constituye el resultado de una investigación realizada en 1995 acerca de este asunto. El trabajo partió de la identificación de las empresas innovadoras en ambas regiones —resultando más de 700 en la primera y unas 170 en la segunda— y siguió con la realización de una encuesta a una muestra representativa de ellas. Los 177 cuestionarios contestados en el País Vasco han posibilitado la obtención de datos con un margen de error del  $\pm 6,5$  por 100 con un nivel de confianza del 99,5 por 100. El lector interesado en los detalles metodológicos de este trabajo y en una primera explotación de sus resultados, puede ver Buesa, Navarro y Zubiaurre (1997).

<sup>268</sup> Una investigación orientada en el mismo sentido, aunque limitada a la exportación como indicador de competitividad, es la referida a empresas mexicanas que se expone en Estrada, Heijs y Buesa (2006).

## 2. Perfil y organización de la actividad tecnológica en las empresas innovadoras del país vasco.

De acuerdo con los resultados de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* del INE, en el año 2004, en el País vasco se contabilizaron 3116 empresas innovadoras de más de 10 empleados, siendo 1463 de ellas industriales y las demás de servicios. De todas ellas, un poco más de 1000, por desarrollar actividades de I+D, se pueden considerar bajo un concepto más estrecho de innovación que tiene en cuenta la participación de la empresa en la obtención de los conocimientos sobre los que se fundamentan las nuevas tecnologías que ellas mismas introducen. Este último número es más elevado que el de 700 empresas que, con referencia al año 1995, se identificaron en la investigación que sirve de base a este trabajo<sup>269</sup> y a las que se alude a continuación. Ello es significativo de la extensión de las actividades innovadoras, en especial entre los sectores de servicios, durante la última década. Considerando su adscripción sectorial y efectuando la pertinente comparación con las correspondientes cifras globales, se puede señalar que el 38 por 100 de las empresas industriales de la referida dimensión son innovadoras, y lo mismo ocurre con el 35 por 100 de las de construcción y servicios. Así pues, las empresas innovadoras son relativamente pocas.

Esas empresas, por otra parte, se distribuyen por todos los estratos de tamaño y por los diferentes sectores de la economía. Así, entre ellas pueden encontrarse unidades de dimensión pequeña, mediana y grande, siendo más frecuentes las primeras —pues, en torno al 95 por 100 emplean a menos de 500 trabajadores— que la última. No obstante, hay que añadir inmediatamente que la probabilidad de que una empresa sea innovadora aumenta con el tamaño; o, dicho de otro modo, mientras que sólo unas pocas de las pequeñas empresas existentes en el tejido productivo de la región se clasifican entre las innovadoras, son bastantes las medianas, y muchas las grandes, que adquieren esa cualidad<sup>270</sup>.

De la misma forma, hay empresas innovadoras en todos los sectores de la economía, pero, como ya se ha señalado, es más frecuente esa posibilidad en la industria —en la que se integra el 75,1 por 100 del total— que en los servicios —que participan con sólo el 22,8 por 100— o las demás actividades productivas—que recogen el 2,1 por 100 restante—. Y, dentro de aquella, en consonancia con la especialización de la economía vasca<sup>271</sup>, las encontramos sobre todo en las manufacturas de bienes intermedios —con un 36 por 100— y de equipo—con el 31 por 100—, pues las de bienes de consumo son más bien escasas —8,1 por 100—.

Otro elemento de la caracterización estructural de estas empresas se refiere al tipo de capital que ejerce el control sobre ellas. A este respecto, la categoría que agrupa a las unidades independientes de capital nacional es predominante, de manera que en ella se

---

<sup>269</sup> El lector interesado en el detalle puede consultar los anexos de Buesa, Navarro y Zubiaurre (1997) en los que se contiene la relación nominal de esas empresas.

<sup>270</sup> Aunque no contamos con información del tamaño de todas las empresas innovadoras de nuestro directorio, a partir de los datos que corresponden a más del 85 por 100 de ellas y con referencia al sector industrial, tomando de nuevo en consideración los resultados del *Directorio Central de Empresas*, se puede estimar que la probabilidad de que, en el País Vasco, una empresa pequeña —de menos de 100 trabajadores— sea innovadora, es del orden del 4,5 por 100; si la empresa es de tamaño mediano —entre 100 y 499 empleados— esa probabilidad se eleva hasta el 55 por 100; y si se trata de empresas grandes con 500 o más ocupados, prácticamente todas se encuadran entre las innovadoras.

<sup>271</sup> Acerca de la especialización productiva del País Vasco, vid. Navarro *et al.* (1994).

encuadra el 57,1 por 100 de las que respondieron a la encuesta. Son asimismo numerosas las empresas que se integran en grupos industriales o financieros de capital nacional —28,8 por 100— y, en cambio, hay pocas empresas públicas —2,8 por 100— y extranjeras —10,7 por 100—, quedando una cifra marginal que reúne a las empresas para las que se carece de este dato. La baja participación relativa de estas dos últimas fracciones del capital hay que buscarla en los bajos niveles de intervención directa del sector público estatal o regional en la economía vasca, así como en su modesto atractivo para la inversión directa internacional.

Las empresas que adoptan una conducta innovadora se caracterizan además por contar con una amplia experiencia de operación en el mercado. Ambas circunstancias se refuerzan mutuamente: por una parte, la innovación requiere la acumulación de conocimientos y se fundamenta en una buena parte sobre la experiencia, tal como más adelante se tendrá ocasión de comprobar; y, por otra, la obtención de innovaciones posibilita la ocupación de buenas posiciones en el mercado y la permanencia dentro de él. Un indicador de esa experiencia es la edad de la empresa, variable ésta que, cuando en 1995 se realizó la encuesta que proporciona la base de datos para este análisis, adoptaba un valor medio de 26,6 años. Ello no significa, sin embargo, que no haya empresas de reciente creación entre las innovadoras, pues alrededor del 16 por 100 de éstas tenían menos de diez años de antigüedad.

Finalmente, este recorrido por las características de las empresas innovadoras puede cerrarse señalando que, por lo general, cuentan con unos buenos resultados competitivos dentro de los mercados en los que actúan. Así, como en un epígrafe posterior se verá con mayor detenimiento, la citada encuesta revela que, al compararse con sus rivales nacionales, esas empresas se consideran, por lo general, superiores a ellos; superioridad que, sin embargo, no se comprueba en la confrontación con los competidores extranjeros, pues, en este caso, aunque con algún elemento de inferioridad, se está más bien en un plano de igualdad con ellos.

La capacidad competitiva se revela también en indicadores de carácter objetivo que señalan la posición que ocupan las empresas en el mercado o que dan cuenta de sus operaciones en el terreno internacional. A este respecto, de acuerdo con los datos que se resumen en el cuadro 1, se puede señalar que:

Una parte muy importante de las empresas innovadoras ostenta el liderazgo del mercado, o bien ocupa una posición destacada dentro de él. Ello ocurre en casi el 80 por 100 de los casos, lo que señala que son pocas las que tienen una condición secundaria dentro del mercado en el que operan.

Asimismo es muy elevada la proporción de las empresas que han desarrollado capacidades operativas en los mercados internacionales. Ello puede decirse tanto con respecto a la exportación como por lo que concierne a la constitución de filiales en el exterior, a la realización de operaciones de transferencia de tecnología y a la internacionalización de las actividades de I+D.

Pues bien, conocido el perfil estructural de las empresas innovadoras vascas, puede entrarse ahora en el estudio de la organización de los procesos de generación de la tecnología dentro de ellas. Esos procesos que dan lugar a los conocimientos sobre los que se fundamenta la innovación, se articulan en torno a los cinco tipos de elementos que se enumeran a continuación:

- ❑ Las bases del conocimiento, lo que implica el desarrollo de actividades conducentes a su obtención.
- ❑ La asignación de recursos financieros y humanos al proceso creativo de nuevos saberes.
- ❑ La orientación de la innovación, lo que se especifica en la búsqueda de soluciones tecnológicas referentes a los productos y a los procesos de producción.
- ❑ El establecimiento de redes u otras formas de cooperación con los agentes del sistema de innovación que pueden aportar conocimientos añadidos a los generados internamente por las empresas enriqueciendo los saberes de éstas.
- ❑ Y, por último, el empleo de diferentes modalidades de apropiación de los conocimientos para internalizar dentro de la empresa su núcleo esencial y evitar su fuga hacia otros agentes, en especial hacia los competidores.

**Cuadro 1. Indicadores de la competitividad de las empresas innovadoras en el País Vasco (% sobre el total de las empresas innovadoras)**

<i>Indicadores</i>	<i>Porcentajes</i>
Empresas que son líderes en su mercado	29,4
Empresas situadas entre las cinco primeras de su mercado	49,7
Empresas exportadoras	80,2
Empresas que tienen filiales en el extranjero	26,0
Empresas que han concedido licencias en el extranjero	8,5
Empresas que han prestado asistencia técnica en el extranjero	27,7
Empresas que participan en programas internacionales de I+D	23,2

Fuente: Elaborado a partir de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*.

Por lo que se refiere al primero de estos elementos, cabe señalar que la principal actividad sobre la que se asienta el proceso de obtención de conocimientos es la I+D<sup>272</sup>, pues no sólo la desarrollan la mayor parte de las empresas innovadoras, sino que además la valoran, junto a la acumulación de experiencia en la producción, como la principal fuente de nuevos saberes tecnológicos. Además, una proporción importante de esas empresas realiza tareas de ingeniería industrial, siendo en cambio menor la que corresponde a las labores referentes al diseño.

En cuanto a los recursos que se emplean en las actividades precedentes, se estima su valor en el 4,14 por 100 de la cifra de ventas de las empresas. De esta cifra, 2,20 puntos corresponden a los gastos en I+D y 1,94 a los que financian las otras actividades innovadoras. Por otra parte, en términos de personal, las plantillas ocupadas en esas tareas se estiman por término medio en 16,5 personas, de las que 8,6 lo son en los departamentos de I+D y las demás en los de ingeniería o diseño industrial.

<sup>272</sup> Los valores promedio de estos y los demás indicadores a los que se alude seguidamente se recogen en la segunda columna del gráfico 1.

El tercer aspecto de la estrategia innovadora incumbe a la orientación que se imprime a sus objetivos. A este respecto, la mayoría de las empresas se decanta por la tecnología de producto, bien sea mediante el desarrollo de nuevos artículos, bien a través de la introducción de mejoras sustanciales en los que ya se elaboran. Y, por otra parte, se da un relieve menor a las tecnologías de proceso, siendo en cambio pocas las empresas que persiguen la adaptación o asimilación de tecnologías adquiridas externamente.

Las relaciones de cooperación entre los agentes del sistema de innovación están destinadas a la transferencia mutua de conocimientos cuando existe complementariedad entre ellos. Esas relaciones son a veces informales, aunque, en los últimos años, impulsadas por las políticas científicas y tecnológicas, se han desarrollado cada vez más bajo formas contractuales. La encuesta que venimos utilizando enfatiza a este respecto en el papel de la interacción existente entre las empresas y los Centros Tecnológicos, destacando que el 56,5 por 100 de aquellas han contratado los servicios de éstos en el País Vasco. Asimismo, esa fuente señala que las empresas, al evaluar los resultados de esa relación, lo hacen en general de una manera favorable. Sin embargo, no ocurre lo mismo con otras formas de cooperación, en particular con las que se establecen con las instituciones académicas o con las demás empresas, cuyo papel en la creación de tecnología se aprecia como poco relevante, siendo en cambio mejor valoradas —aunque sin llegar a niveles de verdadera importancia— las que vinculan a los proveedores y usuarios<sup>273</sup>.

Finalmente, el quinto elemento de la estrategia tecnológica se refiere a los procedimientos de apropiación de los frutos que se derivan de las actividades de creación de conocimiento. Esos procedimientos buscan reducir el impacto negativo que para las empresas ocasiona el carácter de bien público que, aunque sea de una manera parcial, tiene la tecnología, pues la difusión sin coste del conocimiento puede impedir la recuperación de las inversiones realizadas para su generación. Los más comunes son, además del sistema de propiedad industrial —del que forman parte las patentes, modelos de utilidad, marcas comerciales y dibujos industriales que pueden ser registrados en las Oficinas de Patentes y Marcas—, los secretos comerciales y la regularidad innovadora —es decir, la continuidad en el proceso de introducción de innovaciones con el fin de anticiparse a los competidores—. La *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza* señala sobre este tema que, por lo general, las empresas vascas utilizan poco estos métodos, pues sólo un tercio de ellas tiene establecido alguno de los de carácter formal —propiedad industrial o secretos—. Y, por otra parte, les conceden una baja capacidad para preservar los saberes de la empresa<sup>274</sup>. Ello puede parecer sorprendente —pues denota una cierta despreocupación por la posible existencia de imitadores entre

<sup>273</sup> Las relaciones entre las empresas innovadoras y los Centros Tecnológicos existentes en el País Vasco han sido detenidamente evaluadas por Buesa (1996). Vid. también los aspectos adicionales que, a este respecto, se recogen en Zubiaurre (2000). Por otra parte, una idea de la escasa importancia que entre las empresas vascas adquiere la cooperación tecnológica con los organismos públicos de investigación o con otras empresas, la da su valoración de las correspondientes relaciones. Así, el índice promedio que, con relación a ellas, se obtiene a partir de las valoraciones efectuadas sobre una escala de Likert de 1 a 5 en la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*, apenas llega a 1,7, en el primer caso, y se sitúa en 1, en el segundo. En cambio, los índices referidos a las relaciones con los proveedores y con los usuarios son algo más elevados —2,1 y 2,7 respectivamente— aunque sin llegar nunca al nivel intermedio.

<sup>274</sup> Una vez más se puede señalar que, de acuerdo con los resultados de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*, los índices promedio obtenidos de las valoraciones que proporcionan las empresas a partir de una escala de Likert de 1 a 5, apenas superan la unidad sea cual sea la forma de apropiación de la tecnología de que se trate.

los competidores— aunque tal vez sea explicable por el hecho de que esas empresas obtienen muy pocas innovaciones radicales.

Esto último nos introduce en la consideración de los resultados que se derivan de las estrategias de innovación. Tres son a este respecto, como señala el cuadro 2, los indicadores que expresan los frutos obtenidos por las empresas:

- El primero expresa el nivel de autonomía tecnológica de las empresas cuantificando la importancia relativa que, sobre el total de las tecnologías utilizadas por ellas, adquieren sus propios desarrollos. Los datos muestran que ese nivel es muy elevado, especialmente en lo que concierne a las tecnologías de producto, lo que resulta coherente con la orientación de su esfuerzo de innovación.

**Cuadro 2. Indicadores de resultados tecnológicos en las empresas innovadoras del País Vasco**

<i>Indicadores</i>	<i>Porcentajes</i>
I. Nivel de autonomía tecnológica <sup>a</sup> :	
- En tecnologías de producto	71,2
- En tecnologías de proceso	65,5
II. Tipología de las innovaciones <sup>b</sup> :	
- Innovación radical de producto	22,0
- Innovación incremental de producto	67,8
- Innovación imitativa de producto	66,6
- Innovación radical de proceso	8,5
- Innovación incremental de proceso	48,6
III. Incidencia de la innovación en las ventas <sup>c</sup> :	
- Innovaciones de producto	30,7
- Innovaciones de proceso	20,1

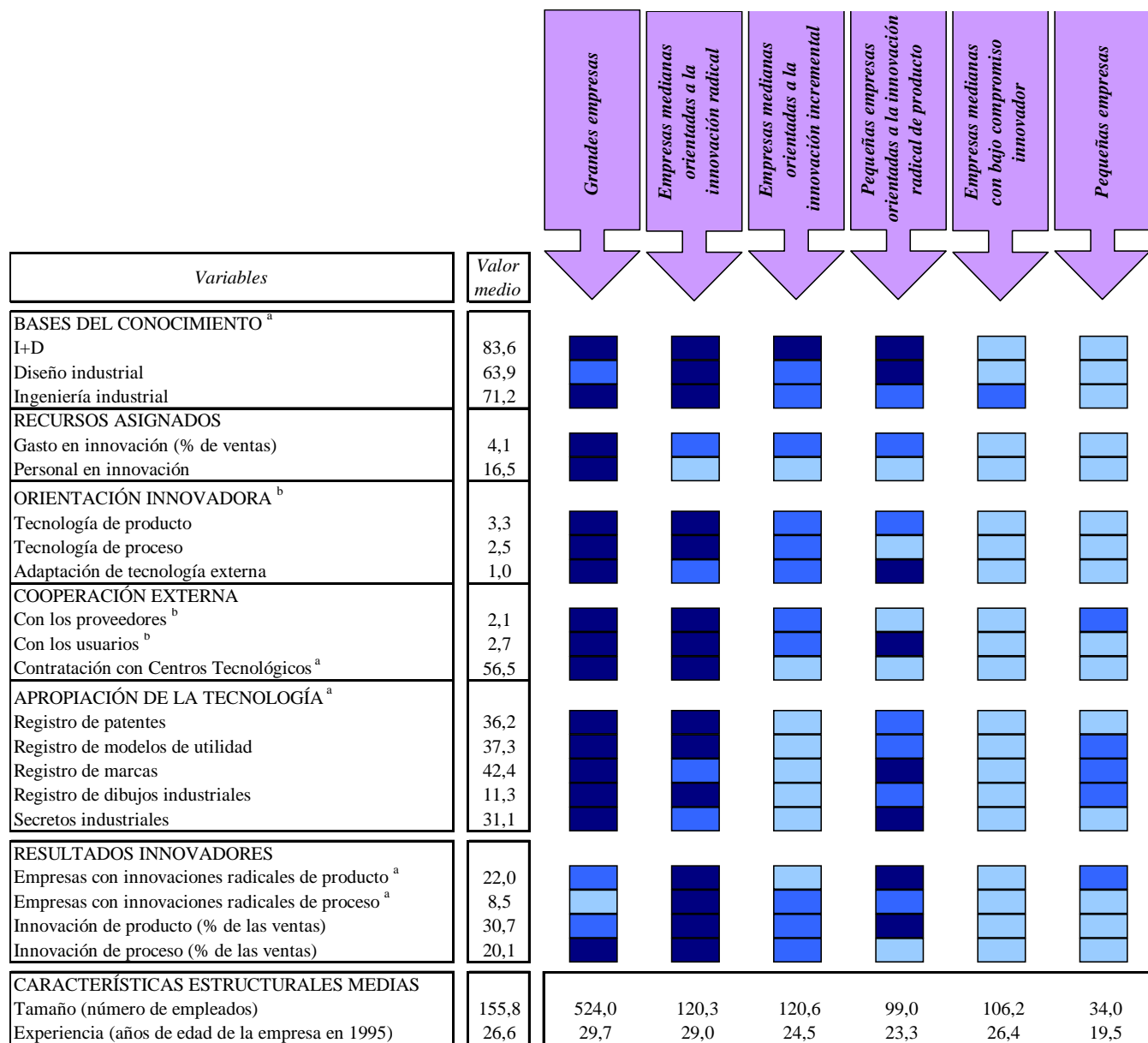
Fuente: Elaborado a partir de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*

<sup>a</sup> Porcentaje de desarrollos propios sobre el total de las tecnologías utilizadas por la empresa.

<sup>b</sup> Porcentaje de las empresas innovadoras que obtienen cada tipo de innovaciones.




<sup>c</sup> Porcentaje de las ventas que corresponde a los nuevos productos o a los productos elaborados con los nuevos procesos introducidos por la empresa.

- El segundo se refiere a los tipos de innovaciones que obtienen las empresas. A este respecto, se destaca el carácter fundamentalmente incremental o imitativo de las tecnologías obtenidas. Dicho de otra manera, las empresas basan sobre todo sus logros en la acumulación de mejoras en los productos o los procesos que les son conocidos, o bien en la reproducción de lo que hacen sus competidores, siendo pocos los casos en los que se alcanzan innovaciones radicales. Además, es más probable encontrar empresas con innovaciones de producto que de proceso.
- Y el tercero da cuenta de las ventas de productos nuevos o de productos elaborados a partir de nuevos procesos. Las primeras suponen un poco más del 30 por 100 del total facturado por las empresas; y las segundas, sólo el 20 por 100, lo que es coherente con la orientación que se imprime, tal como ya se ha indicado, a las actividades innovadoras.

**Gráfico 1. Patrones de innovación entre las empresas innovadoras del País Vasco**

Fuente: Elaborado con datos de la Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza a partir de los resultados obtenidos por Zubiaurre (2000).

<sup>a</sup> Porcentaje sobre el total de las empresas. <sup>b</sup> Índice de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5.

Legenda:  Valor superior al promedio.  Valor similar al promedio.  Valor inferior al promedio.



### 3. Los patrones de innovación.

La presentación precedente de los elementos constitutivos de la estrategia innovadora de las empresas ha mostrado su pauta más general expresada en los valores medios de las variables consideradas. Ello, aunque tiene una indudable ventaja didáctica, pues simplifica la exposición, oculta un aspecto esencial del fenómeno de la innovación como es el que ésta se desarrolle de manera diferenciada entre los agentes que participan en ella. Dicho de otro modo, no existe el prototipo de empresa innovadora que típicamente responde a aquella pauta, sino que más bien se pueden encontrar diversos tipos de empresas que, como en un caleidoscopio, combinan de diferentes maneras aquellos elementos dando lugar a diferentes *patrones de innovación*. Tales patrones son expresivos de la variedad o diversidad de las empresas que se embarcan en los procesos creativos del conocimiento; una variedad que, básicamente, se forma a partir de los recursos acumulados —que se sintetizan en el tamaño—, de la intensidad con la que se acometen esos procesos y de la orientación de éstos.

Pues bien, es posible estudiar esos patrones mediante el empleo de técnicas de análisis que permiten agrupar a las empresas cuyo comportamiento está más próximo, a la vez que se separa de las demás. Más concretamente, para la obtención de la tipología que se presentan a continuación se ha procedido a realizar un previo *análisis factorial de correspondencias múltiples* a partir de las variables a las que se ha hecho referencia en el epígrafe precedente, con el fin de observar cuáles son las principales tendencias de agrupamiento de las empresas<sup>275</sup>. Ese análisis ha permitido orientar la utilización de otra técnica multivariante —la del *análisis cluster*— cuyos resultados conducen a reunir a las empresas de la muestra en seis conjuntos homogéneos y diferenciados de los demás<sup>276</sup>.

Sin que proceda entrar ahora en una exposición detallada de esos resultados, sí debe señalarse que la solución obtenida ha permitido definir con nitidez seis *patrones de innovación* entre las empresas vascas —por lo demás, no demasiado separados, aunque sí tal vez mejor definidos, que los descritos, a partir de la aplicación de técnicas similares sobre otras muestras de empresas, en otros trabajos<sup>277</sup>—. Sus principales características —establecidas a partir de los datos que de manera pormenoriza se recogen en el apéndice, en el que también se incluyen medidas de la diferencia entre las agrupaciones— se sintetizan en el gráfico 1, cuyo contenido puede describirse, de un modo muy sintético, como sigue:

---

<sup>275</sup> Para los aspectos teóricos de esta metodología analítica, vid. Judez (1989) y Bisquerra (1993), este último más orientado a los problemas prácticos. Por otra parte, el *software* empleado en el análisis es el del paquete informático SPAD.

<sup>276</sup> El procedimiento empleado en el análisis cluster construye un árbol de agregación jerárquica o dendograma de las empresas innovadoras caracterizadas por sus coordenadas factoriales, de acuerdo con el criterio de agregación de Ward. Este criterio se basa en la reducción mínima de la varianza mediante la agregación. Como en todo algoritmo de partición directa, se necesita conocer el número final de clases o agrupaciones. En nuestro caso, después de varios ensayos previos, se ha optado por una partición en seis clases.

<sup>277</sup> Vid. principalmente los de Buesa y Molero (1992) y (1996), que se elaboran a partir de una muestra de empresas ubicadas en la Comunidad de Madrid, y el de Fonfría (2000), cuya base está constituida por la *Encuesta IAIF-CDTI* referente a las empresas españolas que han obtenido financiación del CDTI para el desarrollo de sus proyectos de I+D. La metodología de esta encuesta y sus principales resultados se recoge en Molero, Buesa *et al.* (1997).

- El primero de los patrones es el que corresponde a las *grandes empresas* cuya actuación se expresa de forma más enfática que la media en prácticamente todas las variables de la estrategia tecnológica. Así, en casi todas estas empresas se realizan actividades de I+D e ingeniería; su gasto para financiarlas es superior al del conjunto de las innovadoras; y dan también más importancia que el promedio a los diferentes objetivos que orientan la innovación, al igual que sucede con la cooperación con otros agentes y con las distintas formas de apropiación de la tecnología. Sin embargo, obtienen unos frutos tecnológicos más bien medianos, especialmente en lo que concierne a la innovación de producto.
- El segundo grupo reúne a las empresas medianas que orientan su estrategia hacia la innovación radical. También en este caso las variables adoptan valores por lo común superiores al promedio general, excepto, significativamente, en lo referente a la asignación de recursos, pues el esfuerzo financiero está próximo al nivel medio y el personal ocupado en las actividades de creación de conocimiento es comparativamente poco. Los resultados innovadores son en cambio claramente superiores a los del conjunto de las empresas estudiadas.
- El tercero se refiere también a las empresas de tamaño mediano, aunque en este caso la estrategia se orienta a la innovación incremental. Ésta se configura de una forma muy próxima a la pauta media tal como se ha descrito en el anterior epígrafe. Es excepción a esta pauta todo lo concerniente a la apropiación de la tecnología, a cuyos procedimientos se concede poco relieve. Los resultados innovadores, en consonancia con las demás variables, son ahora más bien intermedios.
- El cuarto patrón recoge a las empresas pequeñas que, orientadas hacia la innovación radical de producto, configuran su estrategia dando un valor medio o elevado a las variables expresivas de ésta. De este modo, se inspiran en la I+D y en el diseño más intensamente que el conjunto de las innovadoras, pero no así en la ingeniería. A su vez, registran un esfuerzo financiero de nivel medio para sostener las referidas actividades, pero ello no les permite tener una plantilla amplia empleada en ellas. La innovación se orienta como en las demás empresas hacia el producto, pero se enfatiza más que en la media en la adaptación de las tecnologías externas. La cooperación es mediocre, excepto en relación con los usuarios y se utilizan las diferentes formas de apropiación de una manera similar a la pauta general, salvo en lo que concierne al uso de las marcas y del secreto industrial, modalidades éstas a las que se concede más importancia. Y, finalmente, logran unos notables resultados tecnológicos, sobre todo en lo concerniente a los nuevos productos.
- Y los dos últimos patrones agrupan a las empresas cuya estrategia innovadora es más débil, en unos casos porque el compromiso empresarial es tibio a pesar de la disponibilidad de recursos —como ocurre en el que recoge a empresas medianas— y en otros porque estos últimos son cortos en consonancia con el tamaño de las unidades de producción —como entre las empresas pequeñas—. En ambos, los resultados innovadores, en consonancia con lo anterior, son mediocres.

En suma, una amplia variedad de patrones de innovación puede ser descrita a partir de las posibilidades que ofrece, en el terreno real, la combinación, bajo distintas formas e intensidades, de los elementos constitutivos de la estrategia tecnológica. Unos patrones que, como se acaba de ver, agrupan a empresas con diferentes niveles de compromiso y

orientación en la gestión de la innovación, y que coinciden también con dispares resultados innovadores, de manera que, sin que pueda aplicarse aquí una simplificada relación lineal, parece que el vigor en aquella rinde, por lo común, unos más amplios frutos tecnológicos.

#### 4. Innovación y competitividad.

Definidos los patrones que reflejan los diferentes modos de actuación de las empresas innovadoras en orden a la generación y adopción del conocimiento tecnológico, se entrará seguidamente a mostrar la evidencia disponible acerca de su competitividad. Aunque este concepto, sobre todo en el terreno macroeconómico, no está exento de ambigüedad y de crítica<sup>278</sup>, entendemos que en el plano microeconómico puede aceptarse la idea de que la competitividad expresa la capacidad de las empresas para situarse en una posición ventajosa con respecto a sus rivales. Por consiguiente, el análisis ha de centrarse en la cuestión de las relaciones que puedan existir entre dicha posición y aquellos patrones. Para ello, será necesario establecer indicadores apropiados para conocer el lugar que ocupan las empresas con respecto a sus competidores, lo que, en nuestro caso, se hará teniendo en cuenta tres tipos de variables cuya cuantificación se puede obtener a partir de la encuesta que se viene utilizando. Son:

- La valoración subjetiva que, utilizando una escala de Likert con tres valores, realizan los encuestados acerca de cuál es la posición que ocupa la empresa con respecto a sus rivales nacionales y extranjeros en cinco aspectos diferenciados: los precios, la calidad, el nivel tecnológico, los servicios ofertados y la posición comercial.
- La determinación del lugar que ocupa la empresa dentro del mercado en el que opera, especificado por su posición en la ordenación de los competidores existentes en él.
- Y la existencia de ventajas competitivas expresadas en la realización de actividades comerciales, de inversión directa, de transferencia de tecnología y de creación de tecnología en el ámbito internacional.

Por lo que se refiere al primero de estos grupos de variables, en el cuadro 3 se reflejan los promedios correspondientes a las empresas que se encuadran dentro de cada uno de los patrones de innovación. Los datos muestran, como ya se ha señalado con anterioridad, que las empresas innovadoras se consideran por lo general superiores a sus rivales nacionales en todos los aspectos de la estrategia competitiva que se han contemplado —aunque se anote alguna excepción en el terreno de los precios— y que, por el contrario, no ocurre lo mismo cuando el referente se establece con los competidores foráneos, pues en este caso la posición es más bien de inferioridad, salvo en lo concerniente a la oferta de servicios.

Pues bien, la pauta que se acaba de sintetizar se reproduce en todos los tipos de empresas, hasta el punto de que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ellas —excepto cuando valoran su nivel tecnológico frente a los competidores extranjeros— una vez que los datos se someten a las pruebas pertinentes<sup>279</sup>. Dicho de otra manera, el hecho de que las empresas innovadoras ajusten

---

<sup>278</sup> Vid. para una síntesis de los argumentos en torno a la competitividad y su crítica, Krugman (1997).

<sup>279</sup> Un análisis a partir de tablas de contingencia en las que se refleja la distribución de frecuencias referente a las empresas de cada patrón de innovación que valoran su posición frente a los competidores,

su comportamiento tecnológico a unas estrategias diferenciadas no se refleja en una también distinta posición competitiva frente a sus rivales.

**Cuadro 3. Posición de las empresas innovadoras del País Vasco frente a sus competidores nacionales y extranjeros (Índices de valoración\*)**

I. Posición frente a los competidores nacionales

Conceptos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Total
Precios	2,19	2,25	1,80	2,00	1,97	1,94	2,07
Calidad	2,43	2,73	2,32	2,86	2,51	2,38	2,57
Nivel tecnológico	2,47	2,55	2,44	2,57	2,30	2,00	2,42
Oferta de servicios	2,57	2,80	2,40	2,79	2,49	2,19	2,59
Posición comercial	2,48	2,44	2,16	2,29	2,35	2,00	2,33

II. Posición frente a los competidores extranjeros

Conceptos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Total
Precios	1,62	1,53	1,72	1,36	1,51	1,38	1,50
Calidad	2,00	1,98	1,80	2,14	1,95	1,56	1,93
Nivel tecnológico	1,67	1,83	1,68	1,71	1,54	1,25	1,67
Oferta de servicios	2,33	2,17	2,00	2,43	2,27	1,63	2,16
Posición comercial	1,86	1,58	1,72	1,93	2,08	1,38	1,68

Fuente: Elaborado a partir de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*.

\* Índices obtenidos a partir de las valoraciones efectuadas por las empresas mediante la utilización de una escala de Likert de 1 (Peor) a 3 (Mejor) en la que el valor 2 refleja la igualdad con los competidores.

*Leyenda:* (1) Grandes empresas. (2) Empresas medianas orientadas a la innovación radical. (3) Empresas medianas orientadas a la innovación incremental. (4) Pequeñas empresas orientadas a la innovación radical de producto. (5) Empresas medianas con bajo compromiso innovador. (6) Pequeñas empresas.

Más aún, con objeto de indagar más detenidamente este asunto, mediante la aplicación de las técnicas de análisis factorial y *cluster* a los datos que ahora se están utilizando, se han establecido cuáles son las posiciones competitivas a las que se ajustan las empresas, obteniendo una solución de siete grupos. Esta solución se ha utilizado posteriormente para distribuir las empresas de cada patrón tecnológico y efectuar un análisis de contingencia, obteniéndose unos resultados que refuerzan la conclusión precedente.

Asimismo, con la finalidad de indagar la posible relación de la competitividad con la intensidad innovadora —medida por el gasto con respecto a las ventas— o con el tamaño de las empresas —expresado en términos de empleo—, se han estimado las ecuaciones de regresión que se recogen en el cuadro 4. Los resultados, otra vez más, no ofrecen una diferenciación significativa entre los patrones de innovación.

En síntesis, por tanto, no existe asociación alguna entre los patrones de innovación y las posiciones competitivas de las empresas, ni entre dichas posiciones y las características empresariales de tamaño e intensidad innovadora. Todo ello conduce a afirmar que, por la vía emprendida, no se encuentra una relación entre la innovación y la competitividad.

---

una vez efectuada la estimación de distintas pruebas a partir de la  $\chi^2$  de Pearson y de medidas simétricas de asociación, muestra que no existen diferencias significativas en los comportamientos de los distintos tipos de empresas para ninguna de las variables consideradas, excepción hecha del nivel tecnológico comparado con los rivales extranjeros.

**Cuadro 4. Ecuaciones de regresión entre la posición de las empresas frente a sus competidores y su intensidad innovadora o su tamaño**

Posición frente a los competidores vs. Intensidad innovadora	
$Y = 0,0058 X + 1,9290$	$R^2 = 0,5198 *$
Posición frente a los competidores vs. Tamaño empresarial	
$Y = 0,0016 X + 2,3044$	$R^2 = 0,0998 *$

\* Coeficiente no significativamente distinto de cero.

La segunda variable expresiva de la competitividad es la que refleja el lugar ocupado por cada empresa innovadora en la ordenación de los rivales existentes dentro del mercado en el que opera. Los datos referentes a ella se han reflejado en el cuadro 5, donde se comprueba nuevamente el destacado nivel competitivo de dichas empresas, entre las que una buena parte ostenta el liderazgo del mercado y otra mitad se ubica entre los cinco primeros rivales. El examen de los datos muestra que, si se exceptúa el caso de las grandes empresas, entre las que la posición de líder la ocupan casi el 48 por 100, hay muy pocas diferencias entre las unidades que se integran en cada uno de los patrones tecnológicos. Y es por esta razón por la que, cuando los valores promedio se someten a la prueba estadística pertinente, esas diferencias se revelan como no significativas. Además, el análisis de regresión que refleja el cuadro 6 muestra otra vez resultados no significativos. Consecuentemente, una vez más ha de concluirse que el patrón de innovación carece de reflejo en la competitividad empresarial.

**Cuadro 5. Lugar ocupado por las empresas innovadoras del País Vasco en el mercado principal en el que operan (Porcentajes)**

Lugar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Total
Líder del mercado	47,6	28,1	24,0	28,6	24,3	31,3	29,4
Entre los cinco primeros	38,1	53,1	52,0	50,0	48,6	50,0	49,7
Otros lugares	14,3	18,8	24,0	21,4	27,1	18,7	20,9
Posición media*	3,6	4,6	5,7	5,3	5,8	4,5	4,9
Diferencia de medias**	F = 0,6439 (0,6665)						

Fuente: Elaborado a partir de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*.

\* Lugar promedio ocupado por las empresas de cada grupo.

\*\* Entre paréntesis se expresa el nivel de significación.

*Leyenda:* (1) Grandes empresas. (2) Empresas medianas orientadas a la innovación radical. (3) Empresas medianas orientadas a la innovación incremental. (4) Pequeñas empresas orientadas a la innovación radical de producto. (5) Empresas medianas con bajo compromiso innovador. (6) Pequeñas empresas.

**Cuadro 6. Ecuaciones de regresión entre el liderazgo en el mercado de las empresas y su intensidad innovadora o su tamaño**

Posición media en el mercado vs. Intensidad innovadora	
$Y = -0,0240 X + 6,6961$	$R^2 = 0,3788 *$
Posición media en el mercado vs. Tamaño empresarial	
$Y = -0,0171 X + 5,4639$	$R^2 = 0,4755 *$

\* Coeficiente no significativamente distinto de cero.

Finalmente, el tercer tipo de variables seleccionadas para expresar la competitividad es el que recoge la realización por las empresas de actividades en el ámbito internacional. En el cuadro 7 se muestra la información relevante a este respecto agrupando esas variables en cuatro subconjuntos. Comenzando por el primero de ellos, el referido a la

exportación, cabe señalar que la probabilidad de que las empresas operen en los mercados foráneos no presenta grandes variaciones entre los distintos patrones, siendo el coeficiente de variación bastante reducido. No obstante, parece claro que entre las pequeñas empresas orientadas a la innovación radical de producto y las empresas grandes esa probabilidad es más elevada; a su vez, las medianas empresas —con independencia de cuál sea su patrón de innovación— muestran valores muy cercanos al promedio; y, entre el resto de las pequeñas empresas se observa una dificultad importante para traspasar las barreras del mercado doméstico. Por otra parte, también cuando el indicador es la propensión exportadora, los resultados apuntan hacia un comportamiento similar entre los diferentes patrones tecnológicos. Pero hay que anotar inmediatamente que esa variable alcanza sus máximos valores entre las empresas pequeñas y medianas cuya estrategia se orienta a la innovación radical, así como entre las grandes, lo que parece señalar que son las firmas que introducen una mayor novedad tecnológica en sus productos, las que mejor se proyectan hacia el mercado internacional. En todo caso, como se muestra en el cuadro 8, el análisis de regresión no descubre una relación significativa entre la exportación y la intensidad innovadora o el tamaño empresarial.

En cuanto al segundo subconjunto —que se refiere a la inversión directa en el exterior— se observan diferencias apreciables entre los distintos tipos de empresas. Sin embargo, los datos obtenidos parecen señalar que esta forma de internacionalización guarda, en lo esencial, una relación estrecha con el tamaño de aquellas y parece parcialmente afectada por la naturaleza del patrón de innovación. De esta forma, entre las empresas más grandes la frecuencia con que aparecen casos de inversión directa es muy elevada; las medianas, a su vez, reflejan probabilidades bastante próximas entre sí, sea cual sea su estrategia tecnológica; y las pequeñas son las que con menor frecuencia poseen filiales en el exterior, aunque hay una diferencia notable entre los dos patrones que las representan. Todo ello se confirma a partir del análisis de regresión que, en este caso, revela que esta forma de internacionalización de las empresas está determinada por su tamaño, aunque no por su intensidad innovadora. La evidencia apunta, por tanto, hacia la idea de que la competitividad seguramente se asocia con un amplio elenco de variables —que se verían sintéticamente expresadas en el tamaño— y no sólo, ni de manera principal, con la innovación.

A una interpretación similar a la que se acaba de exponer apuntan los resultados referidos a la transferencia internacional de la tecnología. Así, cuando esta actividad se mide a partir del indicador referido a la asistencia técnica, dentro de un rango de variación moderado, las probabilidades de su realización están esencialmente asociadas al tamaño; pero cuando ello se hace por medio de la variable que refleja la concesión de licencias, entonces afloran importantes diferencias que, aún guardando relación con la dimensión empresarial, se ven también determinadas por el patrón de innovación. El análisis de regresión confirma la primera de esas aseveraciones y muestra también una relación de la capacidad de transferir tecnología con la intensidad innovadora.

Finalmente, con respecto a la creación internacional de la tecnología, se puede señalar que la propiedad de laboratorios de investigación en el extranjero se asocia con el tamaño. E igual ocurre con la participación de las empresas en programas internacionales de I+D —para la que la variable dimensional parece muy relevante, tal como destaca el análisis de regresión—.

**Cuadro 7. Indicadores de la actividad internacional de las empresas innovadoras del País Vasco (Porcentajes)**

Conceptos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Total	CV**
<b>Exportación:</b>								
Probabilidad exportadora	90,5	79,7	76,0	100,0	81,1	56,3	80,2	0,23
Propensión exportadora *	23,2	21,8	17,0	22,4	18,5	11,4	19,4	0,21
<b>Inversión directa exterior:</b>								
Empresas inversoras	57,1	25,0	20,0	14,3	27,0	6,3	26,0	0,64
<b>Transferencia de tecnología:</b>								
Cesión de licencias	28,6	10,9	8,0	0,0	0,0	0,0	8,5	1,28
Prestación de asistencia técnica	42,9	32,8	16,0	28,6	21,6	18,8	27,7	0,34
<b>Creación de tecnología:</b>								
Propiedad de centros de I+D	9,5	1,6	4,0	0,0	5,4	0,0	3,4	0,98
Participación en programas internacionales de I+D	61,9	23,4	24,0	14,3	8,1	12,5	23,2	0,74

Fuente: Elaborado a partir de la *Encuesta ESTE-Eusko Ikaskuntza*.

\* Porcentaje de exportación con relación a las ventas de las empresas de cada patrón.

\*\* Coeficiente de variación.

*Leyenda:* (1) Grandes empresas. (2) Empresas medianas orientadas a la innovación radical. (3) Empresas medianas orientadas a la innovación incremental. (4) Pequeñas empresas orientadas a la innovación radical de producto. (5) Empresas medianas con bajo compromiso innovador. (6) Pequeñas empresas.

**Cuadro 8. Ecuaciones de regresión entre los indicadores de competitividad de las empresas en el mercado exterior y su intensidad innovadora o su tamaño**

Probabilidad exportadora vs. Intensidad innovadora	
$Y = 0,4241 X + 49,143$	$R^2 = 0,3864 *$
Probabilidad exportadora vs. Tamaño empresarial	
$Y = 0,1884 X + 74,584$	$R^2 = 0,1876 *$
Probabilidad de inversión directa en el exterior vs. Intensidad innovadora	
$Y = 0,4335 X - 7,2012$	$R^2 = 0,2880 *$
Probabilidad de inversión directa en el exterior vs. Tamaño empresarial	
$Y = 0,4910 X + 9,2695$	$R^2 = 0,9093 **$
Probabilidad de cesión de tecnología al exterior vs. Intensidad innovadora	
$Y = 0,3861 X - 1,8504$	$R^2 = 0,6876 **$
Probabilidad de cesión de tecnología al exterior vs. Tamaño empresarial	
$Y = 0,2400 X + 19,119$	$R^2 = 0,6539 ***$
Probabilidad de internacionalizar la I+D vs. Intensidad innovadora	
$Y = 0,6511 X - 24,255$	$R^2 = 0,5166 *$
Probabilidad de internacionalizar la I+D vs. Tamaño empresarial	
$Y = 0,5550 X + 6,3068$	$R^2 = 0,9241 **$

\* Coeficiente no significativamente distinto de cero. \*\* Coeficiente significativo al 95 por 100. \*\*\* Coeficiente significativo al 90 por 100.

En resumen, de una forma contradictoria con los demás indicadores de la competitividad, los referidos a la internacionalización de las empresas reflejan, aunque sólo de una manera parcial, que el patrón de innovación puede jugar un cierto papel en su determinación. Más concretamente, las empresas cuyo compromiso innovador es más intenso parecen lograr, por comparación a las de su mismo tamaño, unos mayores resultados competitivos. Pero ello no oculta que la influencia de la dimensión de la empresa sobre ellos, es seguramente más relevante.

## 5. Conclusiones.

A lo largo de este trabajo se ha destacado que, dentro de las empresas, la innovación se configura como un proceso complejo en el que intervienen múltiples variables que dan lugar a formas o patrones diferenciados en cuya identificación ha de tenerse en cuenta principalmente el tamaño de las unidades de producción y la orientación de su estrategia tecnológica. Así, se han podido identificar, por medio de la aplicación de las técnicas del análisis multivariante, entre las empresas vascas, seis patrones tecnológicos, cada uno de los cuales refleja unos rasgos singulares en cuanto a la creación y apropiación del conocimiento. Tales rasgos denotan, en definitiva, no sólo formas distintas de plantear y organizar la innovación, sino también unos diferentes niveles de compromiso estratégico de las empresas en orden a la generación de tecnología

Con este bagaje, siguiendo la línea analítica microeconómica que se sitúa en la tradición schumpeteriana, se ha analizado la posible relación entre el patrón tecnológico y la competitividad de la empresa, tratando de encontrar evidencia confirmatoria de la hipótesis que postula una vinculación directa entre ambos elementos. Para ello, se han considerado tres tipos de variables expresivas de la capacidad competitiva de las empresas y se ha estudiado cómo se manifiestan entre las empresas encuadradas dentro de cada patrón tecnológico.

Los resultados obtenidos muestran que las variables que reflejan la posición de las empresas frente a sus rivales o el lugar que ocupan en la ordenación de los principales competidores de su mercado, carecen de relación alguna con el patrón de innovación. Dicho de otra manera, las empresas innovadoras se sitúan por lo general de manera aventajada dentro del mercado con independencia de la configuración de su estrategia tecnológica. ¿Ha de descartarse por ello que la innovación tenga alguna influencia sobre la competitividad? No necesariamente si se considera que una interpretación posible de este resultado es que la actividad innovadora sólo ejerce un efecto de umbral para que las empresas ingresen en el selecto club de los líderes del mercado. Ese club está formado esencialmente por empresas que han logrado sobrevivir durante un largo período de tiempo, lo que es poco probable debido a que la mayoría de las empresas, según revela la evidencia internacional, acaban cerrando sus puertas en los primeros años de vida<sup>280</sup>. Y ese logro se asocia seguramente a la mejor capacitación tecnológica que alcanzan las empresas supervivientes con respecto a las que desfilan en su intento de situarse en el mercado. Es en este sentido en el que, siguiendo a Schumpeter, puede hablarse de la “destrucción creadora”. Pero más allá de la supervivencia, las empresas dibujarán su estrategia tecnológica respondiendo a factores como la naturaleza y características de la industria en la que operan, la disponibilidad de recursos y la experiencia acumulada; y, en consecuencia, el patrón de innovación no tendrá por qué guardar una relación lineal con la capacidad competitiva.

No obstante, cuando la competitividad se aborda desde la perspectiva de la internacionalización, entonces, para algunas variables expresivas de este fenómeno, como la inversión directa o la internacionalización tecnológica, aparecen ciertas

---

<sup>280</sup> En OCDE (2001a) se muestra que la probabilidad de supervivencia de las empresas tras dos años de vida se cifra entre el 60 y el 80 por 100; tras cuatro años desciende hasta entre el 40 y el 60 por 100; y después de 7 años se rebaja al 30 ó 40 por 100.



diferencias significativas entre los distintos patrones de innovación. No se oculta que esas diferencias están principalmente influidas por el tamaño empresarial, y sólo en el caso de la transferencia internacional de tecnología aparecen relacionadas con la intensidad del compromiso innovador.

En definitiva, en línea con los resultados de otros estudios que se han planteado la cuestión del papel de la innovación en la competitividad —algunos de los cuales se han mencionado al comienzo—, en este trabajo he mostrado nuevamente que ese papel no puede reducirse a una simple explicación lineal y que se desenvuelve en un marco complejo, dentro del cual la influencia de aquella sobre ésta acompaña a la de otros factores que, en nuestro caso, aparecen englobados en el tamaño empresarial. Queda, por tanto, un amplio margen para mejorar nuestra comprensión de este tipo de fenómenos a partir del desarrollo de ulteriores investigaciones.

## Referencias Bibliográficas

- Abramovitz, M. (1956): "Resource and output trends in the United States since 1870". American Economic Review, nº 2, Mayo.
- Baldwin, J. et al. (1994): Stratégies de réussite. Profil des petites et des moyennes entreprises en croissance au Canada. Ed. Statistique Canada, Ottawa.
- Bisquerra, R. (1993): Introducción conceptual al análisis multivariante. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD. Ed. PPU, Barcelona.
- Buesa, M. (1996): "Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación de los Centros Tecnológicos". Economía Industrial, nº 312.
- Buesa, M. (2005): "Innovación"; incluido en E. Muñoz et al. (2005): El espacio común de conocimiento en la Unión Europea, Academia Europea de Ciencias y Artes, Madrid.
- Buesa, M. y Molero, J. (1992): Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas. Ed. Civitas, Madrid.
- Buesa, M. y Molero, J. (1996): "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of Madrid region". Research Policy, nº 25
- Buesa, M. , Navarro, M. y Zubiaurre, A. (1997): La innovación tecnológica en las empresas de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra. Ed. Eusko Ikaskuntza, Azkoaga. Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas, nº 6, San Sebastián.
- Buesa, M. y Molero, J. (1998a): "Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española". Información Comercial Española, nº 773, Septiembre-Octubre.
- Buesa, M. y Molero, J. (1998b): Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización. Ed. Civitas, Madrid.
- Buesa, M. y Zubiaurre, A. (1999): "Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco". Ekonomiaz, nº 44, 2º Cuatrimestre.
- De la Fuente (1992): "Histoire d'A: crecimiento y progreso técnico". Investigaciones Económicas, Vol. XVI, nº 3.
- De la Fuente (1998): Innovación tecnológica y crecimiento económico. Apéndice: ¿Convergencia real? España en la OCDE. Ed. Fundación Cotec, Madrid.
- Estrada, S. , Heijts, y Buesa, M. (2006): "Innovación y comercio internacional: una relación no lineal". Información Comercial Española, nº 830, Mayo-Junio.
- Fonfría, A. (2000): "Patrones de innovación y sus manifestaciones hacia la internacionalización: el caso de las empresas innovadoras españolas". Incluido en J. Molero (Ed. ): Competencia global y cambio tecnológico. Un desafío para la economía española. Ed. Pirámide, Madrid.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (2001): R&D and productivity growth: panel data analysis of 16 OECD countries. STI Working Papers 2001/3. OCDE, París.
- Kleinelnecht, A. y Monhen, P. (eds) (2001): Innovation and Firm Performance: Econometric Explorations of a Survey Data. Palgrave, Macmillan Press, Londres y Basingstoke.
- Krugman, P. (1997): El internacionalismo «moderno». La economía internacional y las mentiras de la competitividad. Ed. Crítica, Barcelona.
- Judez, L. (1989): Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Lefebvre, L. A. y Lefebvre, E. (1992): "Efforts innovateurs et positionnement concurrentiel des PME manufacturières". L'Actualité Économique, Revue d'Analyse Économique, Vol. 68, nº 3, Septiembre.
- López Pueyo, C. y Sanaú, J. (1999): "Tecnología y crecimiento: análisis en la industria española, 1986-1992". Información Comercial Española, nº 781, Octubre.
- Mas, M. y Quesada, J. (2005): Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España. Fundación BBVA, Madrid.
- Molero, J. , Buesa, M. et al. (1997): La innovación tecnológica en la empresa española. Resultados de la Encuesta IAIF-CDTI. Documento de Trabajo nº 5. Ed. Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense, Madrid.
- Navarro, M. et al. (1994): La crisis de la industria manufacturera en la CAPV: aspectos estructurales. Ed. Manu Robles-Arangiz Institutua, Bilbao.
- Núñez, S. (2001): "La contribución de las ramas de las tecnologías de la información y las comunicaciones al crecimiento de la economía española". Boletín Económico del Banco de España, octubre.
- OCDE (1996): Technologie, productivité et création d'emplois (2 vols. ). París.
- OCDE (1997): Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique. Manuel d'Oslo. París.

## Aspectos seleccionados: Aprendizaje, competitividad y empleo

- OCDE (2001): Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie. Les moteurs de la croissance: technologies de l'information, innovation et entrepreneuriat. París.
- OCDE (2001a): "Productivité et dynamique de l'entreprise: leçons a tirer des micro-données". Incluido en Perspectives Économiques de l'OCDE, nº 69.
- OCDE (2003): The sources of economic growth in OECD countries, París.
- Rosenberg, N. (Ed. ) (1979): Economía del cambio tecnológico. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Schumpeter, J. A. (1911): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Duncker-Humboldt, Leipzig. Se cita de la traducción al español: Teoría del desenvolvimiento económico. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- Schumpeter, J. A. (1942): Capitalism, Socialism and Democracy. Harper & Brothers, Nueva York. Se cita de la traducción al español: Capitalismo, Socialismo y Democracia. Ed. Folio, Barcelona, 1984.
- Solow, R. (1957): "Technical change and the aggregate production function". Review of Economics and Statistics, nº 39 (3), Agosto.
- Vegara, J. M. (1989): Ensayos económicos sobre innovación tecnológica. Alianza Editorial, Madrid.
- Zubiaurre, A. (2000): La innovación en las empresas de la CAPV. Tesis Doctoral. ESTE, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Deusto, San Sebastián.

## APÉNDICE: CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES DE INNOVACIÓN

### I. BASES DEL CONOCIMIENTO

Empresas que realizan los diferentes tipos de actividades innovadoras (%)

Patrones	<i>I+D intramuros</i>	<i>I+D extramuros</i>	<i>Diseño Intramuros</i>	<i>Diseño extramuros</i>	<i>Ingeniería intramuros</i>	<i>Ingeniería Extramuros</i>
(1)	100,0	95,1	57,1	52,4	90,5	61,9
(2)	95,4	76,6	84,4	50,0	86,0	54,7
(3)	96,0	44,0	60,0	24,0	68,0	16,0
(4)	92,9	71,4	71,5	14,3	64,3	28,6
(5)	64,8	43,2	48,6	16,2	64,8	29,7
(6)	31,3	24,6	25,0	6,3	12,6	6,3
Coeficiente de variación	0,31	0,40	0,32	0,65	0,39	0,60

Valoración de la importancia de las actividades innovadoras para la generación de la tecnología  
(Índices de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5)

Patrones	<i>I+D intramuros</i>	<i>I+D extramuros</i>	<i>Diseño Intramuros</i>	<i>Diseño extramuros</i>	<i>Ingeniería intramuros</i>	<i>Ingeniería extramuros</i>	Experiencia
(1)	4,4	2,8	2,2	1,3	3,6	2,2	3,8
(2)	4,0	2,3	3,6	2,0	3,5	2,1	3,9
(3)	3,1	1,3	1,7	0,6	1,6	0,8	3,3
(4)	3,3	1,5	2,3	0,7	1,6	0,7	3,6
(5)	1,8	0,9	1,6	0,5	1,8	1,1	2,6
(6)	1,3	0,6	0,8	0,0	0,6	0,0	1,3
Diferencia de medias*	F=18,54 (0,0000)	F=8,10 (0,0000)	F=9,73 (0,0000)	F=8,84 (0,0000)	F=15,45 (0,0000)	F=7,18 (0,0000)	F=8,11 (0,0000)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

## II. ASIGNACIÓN DE RECURSOS A LAS ACTIVIDADES INNOVADORAS

Patrones	Gasto en I+D (% de las ventas)	Gasto en otras actividades innovadoras (% de las ventas)	Personal en I+D (Nº trabajadores)	Personal en otras actividades innovadoras (Nº trabajadores)
(1)	3,4	2,4	31,6	36,3
(2)	2,6	2,3	6,1	4,5
(3)	2,2	2,1	7,6	3,0
(4)	2,1	1,6	5,4	5,4
(5)	1,0	1,2	4,3	4,2
(6)	1,1	1,5	2,5	2,3
Diferencia de medias*	F=6,21 (0,0000)	F=1,96 (0,0859)	F=29,04 (0,0000)	F=25,52 (0,0000)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

## III. ORIENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INNOVADORAS (Índices de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5)

Patrones	Desarrollo de nuevos productos	Mejora de productos	Desarrollo de nuevos procesos	Mejora de procesos	Adaptación de tecnologías externas
(1)	4,1	3,8	3,3	3,5	2,3
(2)	4,1	3,9	3,2	3,5	1,0
(3)	3,3	3,6	2,7	2,8	1,2
(4)	3,5	2,8	1,5	1,2	1,8
(5)	2,0	2,2	1,5	2,2	0,6
(6)	1,5	0,9	0,5	0,0	0,2
Diferencia de medias*	F=12,61 (0,0000)	F=21,28 (0,0000)	F=14,30 (0,0000)	F=26,63 (0,0000)	F=5,21 (0,0000)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

## IV. COOPERACIÓN CON AGENTES EXTERNOS

Patrones	Empresas que contratan con los Centros Tecnológicos (%)	Índices de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5	
		Papel de los proveedores	Papel de los usuarios
(1)	85,7	2,2	3,7
(2)	68,6	2,4	3,2
(3)	40,0	2,2	2,9
(4)	50,0	1,8	3,3
(5)	40,5	1,0	1,2
(6)	37,5	2,1	1,7
Diferencia de medias*	0,33 **	F=5,10 (0,0002)	F=11,55 (0,0000)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

\*\* Coeficiente de variación.

## V. FORMAS DE APROPIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Empresas que utilizan los distintos procedimientos de apropiación de la tecnología (%)

Patrones	Patentes	Modelos de utilidad	Marcas	Dibujos industriales	Secretos industriales
(1)	66,7	47,6	57,1	19,0	42,9
(2)	43,8	54,7	45,3	18,8	37,5
(3)	28,0	20,0	28,0	0,0	20,0
(4)	35,7	42,9	71,4	14,3	50,0
(5)	16,2	10,8	29,7	0,0	21,6
(6)	25,0	37,5	37,5	12,5	12,5
Coeficiente de variación	0,45	0,43	0,34	0,73	0,44

## Aspectos seleccionados: Aprendizaje, competitividad y empleo

Valoración de la importancia atribuida a los procedimientos de apropiación de la tecnología  
(Índices de valoración sobre una escala de Likert de 1 a 5)

Patrones	Patentes	Modelos de utilidad	Marcas	Dibujos industriales	Secretos industriales
(1)	1,9	1,4	1,9	0,5	1,2
(2)	1,4	1,5	1,8	0,6	0,9
(3)	1,1	0,7	1,1	0,2	0,4
(4)	1,7	1,0	1,5	0,1	0,2
(5)	0,7	0,5	1,0	0,3	0,3
(6)	0,2	0,6	0,8	0,4	0,4
Diferencia de medias*	F=3,03 (0,0119)	F=2,13 (0,0641)	F=1,79 (0,1172)	F=1,13 (0,3445)	F=5,24 (0,056)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

## VI. RESULTADOS INNOVADORES

*Empresas que han obtenido diferentes tipos de innovaciones (%)*

Patrones	Radical de producto	Radical de proceso	Imitativa de producto	Incremental de producto	Incremental de proceso
(1)	23,8	4,8	81,0	95,2	71,4
(2)	32,8	14,1	71,9	78,1	62,5
(3)	12,0	8,0	60,0	60,0	44,0
(4)	42,9	7,1	92,9	85,7	35,7
(5)	2,7	2,7	59,5	54,1	35,1
(6)	18,8	6,3	31,3	18,8	12,5
Coefficiente de variación	0,59	0,49	0,29	0,38	0,44

*Incidencia de la innovación sobre la actividad comercial de las empresas  
(% de las ventas interiores o las exportaciones afectadas por la innovación)*

Patrones	Ventas interiores de nuevos productos	Ventas interiores de nuevos procesos	Exportación de nuevos productos	Exportación de nuevos procesos
(1)	33,4	26,2	34,0	20,7
(2)	38,9	28,7	34,4	24,6
(3)	32,5	21,5	21,4	12,9
(4)	46,5	13,3	40,2	17,0
(5)	19,1	12,4	22,9	15,5
(6)	19,5	9,3	5,4	7,0
Diferencia de medias*	F=4,60 (0,0006)	F=2,90 (0,0140)	F=3,80 (0,0027)	F=1,50 (0,1819)

\* Entre paréntesis se muestra el nivel de significación.

*Leyenda:* (1) Grandes empresas. (2) Empresas medianas orientadas a la innovación radical. (3) Empresas medianas orientadas a la innovación incremental. (4) Pequeñas empresas orientadas a la innovación radical de producto. (5) Empresas medianas con bajo compromiso innovador. (6) Pequeñas empresas.

## **CAPITULO 10. APRENDIZAJE Y EXTERNALIDADES: EL PAPEL DE LAS EMPRESAS EXTRANJERAS EN EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN** <sup>281</sup>

### **1. Introducción**

En este capítulo se analiza el papel de las empresas extranjeras en los sistemas nacionales y regionales de innovación. Se analiza especialmente su papel como fuente de aprendizaje y externalidades tecnológicas. España es uno de los países europeos con más presencia de empresas extranjeras, especialmente dentro de su sector industrial, lo que implica que el papel de la empresa extranjera dentro de la economía española es un tema importante para analizar, tanto en términos cuantitativos como los efectos que tienen estas empresas sobre el comportamiento de las compañías domésticas. Existen muchos estudios que analizan los aspectos cuantitativos de la IDE y también un amplio conjunto de estudios que comparan el comportamiento de ambos tipos de empresas, pero muy pocos estudios han analizado la influencia de las empresas extranjeras sobre las empresas domésticas para el caso de España. En este trabajo ofrece una revisión de la literatura respecto a las externalidades tecnológicas generadas por las empresas extranjeras.

El trabajo está organizado de la siguiente forma. La segunda sección analiza la importancia de la inversión extranjera para el desarrollo económico y tecnológico desde el punto de vista teórico y los posibles efectos generados por las multinacionales. Después se ofrecen dos secciones que recogen una revisión de la literatura empírica, con especial atención al caso de España, donde se discuten los problemas metodológicos para medir las externalidades, los resultados empíricos y los factores que influyen sobre la intensidad de las mismas (capacidad de absorción). La última sección (4) recoge las conclusiones principales.

### **2. Importancia de la inversión directa extranjera para el crecimiento económico y el sistema productivo en su conjunto.**

Como indica Hymer (1960/1976) la inversión extranjera no sólo es una transferencia de capital sin más, sino que los países receptores reciben una combinación de capital, organización empresarial y nueva tecnología. Esto implica que sus efectos para el país receptor y la economía en su conjunto resultan más difíciles de determinar de lo que se podría esperar en un primer momento. De hecho muchos de los efectos se podrían considerar como intangibles, tanto por la dificultad de medirlos como por el problema de determinar las relaciones causa-efecto.

La literatura se refiere a las distintas modalidades de la influencia de la IDE sobre la economía doméstica que a continuación se detallan, tanto desde una perspectiva teórica como desde una perspectiva empírica. Se distingue entre efectos directos (entrada de capital, modernización del sistema productivo y el desarrollo de nuevos sectores) y efectos indirectos, siendo estos últimos los más difíciles de determinar o cuantificar. La sección dos comenta brevemente los efectos directos y algunos de los efectos indirectos (Efecto de demostración e imitación (espionaje y aprendizaje), movilidad de mano de obra y “Spinn offs”, eslabonamiento hacia delante o atrás y acceso a nuevos mercados). Mientras que más adelante (sección tres) se analizarán de forma más amplia los efectos sobre la competitividad o los efectos de desbordamiento tecnológico que se derivan, en ambos casos, interpretando los efectos de la IDE sobre la productividad.

---

<sup>281</sup> Instituto de Análisis Industrial y Financiero y Departamento de Economía Aplicada II de la Universidad Complutense de Madrid (Joost@ccee. ucm. es)

## 2.1. Efectos directos

Un primer efecto directo de la IDE se refiere al papel fundamental que desempeña en el desarrollo económico de un país. En el caso de España la IDE ha jugado un papel fundamental en la evolución de la economía española desde el comienzo de la industrialización en el siglo XIX (Donges, 1975; Nadal, 1975) hasta nuestros días. Antes de 1900 la industria española fue más bien anecdótica, de tipo artesano, aunque si es cierto que existían –debido a la aportación extranjera– algunas actividades manufactureras de transformación (Vicens Vives, 1960). La protección del mercado nacional durante principios del siglo XX actuó como catalizador de la industrialización y ofreció posibilidades atractivas, generando inversiones extranjeras importantes, aunque difíciles de cuantificar (Donges, 1975)<sup>282</sup>. Estas inversiones extranjeras fueron un complemento necesario para financiar la industrialización debido a la falta de ahorro y de recursos financieros en el mercado doméstico y ha servido como empuje inicial para el crecimiento. Hay que tener en cuenta que un país pobre que no tiene suficientes ingresos para subsistir y no puede ahorrar dinero para acumular capital, no puede invertir ni promover el “despegue” económico (Nurkse, 1953). Por ello se debe activar el desarrollo con inversiones desde fuera, financiadas por empresas extranjeras o con ayudas internacionales para transformar los círculos viciosos de pobreza<sup>283</sup> en círculos virtuosos de auto-alimentación del crecimiento. Este papel ha sido ampliamente reconocido en la literatura teórica que trata el desarrollo económico como un sistema (Véase los trabajos de Marshall, 1919/1963; Nurkse, 1953; Myrdal, 1957; Kaldor 1975)<sup>284</sup>.

Durante el periodo 1939-1959 se restringe la entrada de capital extranjero en España, pero a partir de este año la IDE se considera de nuevo como un elemento esencial para el desarrollo y la modernización del sistema productivo español (Buesa y Molero, 1998) y se utilizan las inversiones extranjeras en combinación con el desarrollo de polos de crecimiento, donde la concentración de inversiones complementarias en un área limitada debería generar el “empujón” definitivo al desarrollo. Tanto a finales de los ochenta como en la segunda mitad de los años noventa se produce un espectacular incremento de la IDE en España (Fernández-Otheo, 2003), especialmente en aquellas actividades más abiertas al exterior con una mayor productividad y esfuerzo tecnológico.

El segundo aspecto que se puede considerar es el efecto directo de la IDE sobre la modernización del sistema productivo, tanto mediante la ampliación en el caso de inversiones “greenfield”<sup>285</sup>, como la modernización de la capacidad productiva existente en el caso de fusiones y adquisiciones. La modernización no sólo incluye nuevos sistemas de producción o productos de mejor calidad, sino la introducción de nuevas formas de organización y comercialización. No cabe

<sup>282</sup> Especialmente importantes fueron las inversiones inglesas en el sector del metal o textil y las alemanas en el sector químico.

<sup>283</sup> Siendo un círculo donde la pobreza impide el ahorro y la falta de ahorro impide la acumulación de capital que perpetua la situación de la pobreza.

<sup>284</sup> Según estos autores el sistema económico es una estructura articulada de sectores mutuamente interdependientes con eslabonamientos hacia delante (proveedores de otros sectores) o hacia detrás (Ej. demandantes de input sector de automóvil). Aunque no todos los sectores tienen el mismo grado de interdependencia. Existen sectores claves (energía) versus sectores marginales (textil, carne, tabaco). Sectores estratégicos son aquellos con eslabonamientos importantes hacia delante y atrás (maquinaria, telecomunicaciones, informática). El mecanismo del libre mercado implica que las inversiones tienden a localizarse allí donde ya existe cierta concentración de actividad previa debido a un alto nivel de externalidades disponibles. Este proceso se llama “causación acumulativa” donde, en su versión más extrema, las regiones más ricas serán cada vez más ricas y las más pobres no atraen inversiones y seguirán siendo pobres (Myrdal, 1957/1962).

<sup>285</sup> Inversiones en nuevas fábricas o unidades de producción.

duda que las empresas extranjeras, como indicaba Hymer, conllevan la introducción de todo tipo de innovaciones en el sentido más amplio y, por lo tanto, tendrán un efecto positivo sobre el país doméstico, pero, por otro lado, se debe subrayar que la transferencia de tecnología -especialmente la tecnología incorporada- entre matrices y filiales no siempre es de última generación. Es muy habitual la venta de equipos de segunda mano intraempresa. Dado que las empresas filiales no siempre compran/reciben la tecnología más avanzada, los países poco innovadores con una dependencia tecnológica considerable y cuyo sistema de producción es poco desarrollado –como es el caso de la industria española- siempre mantendrán un cierto retraso tecnológico.

El tercer efecto directo, relacionado con los dos anteriores se refiere al desarrollo de nuevos sectores o la dinamización de sectores ya existentes, cuyo principio se basa en la misma teoría de sistemas ya mencionada.

## **2.2. Efectos indirectos o externalidades**

Las externalidades son aquellos efectos o logros que se obtienen gracias a la presencia de las empresas extranjeras y que no existirían sin ellas. Y, por lo tanto, responden básicamente al efecto desbordamiento de las empresas extranjeras. Una externalidad negativa (positiva) se presenta si una actividad de consumo o producción aumenta el coste (o beneficio) de cualquier otra actividad sin que el agente causante de este efecto se vea obligado a cubrir los costes (o pagar los beneficios). Según la literatura la IDE genera unos efectos indirectos de desbordamiento (externalidades) a partir de las actividades o ventajas –propiedad de las empresas extranjeras- sobre las empresas domesticas. Estos efectos se basan sobre todo en la difusión de sus conocimientos y tecnologías. Por lo tanto, los efectos indirectos y externalidades se interpretan en términos de la transferencia o difusión internacional de las innovaciones en el sentido amplio, que no sólo incluyen los progresos técnicos sino también -en términos de Hymer y Schumpeter- las capacidades de gestión y organización (técnica, productiva y comercial), las mejoras del capital humano y la combinación innovadora de tecnologías ya existentes.

Existen básicamente dos razones para la existencia de estas externalidades. Primero la entrada de filiales extranjeras aporta a la economía local activos específicos –siendo su ventaja comparativa- basados en la innovación en el sentido amplio no existentes en el país receptor. Las externalidades surgen cuando la empresa extranjera no es capaz de impedir que estos activos específicos se divulguen. La segunda causa de las externalidades se debe a que la IDE rompe el equilibrio existente en el mercado doméstico y obliga a las empresas domésticas a tomar medidas y a ajustar su comportamiento estratégico para proteger la cuota de mercado y el margen de beneficio.

Las externalidades “tecnológicas” son importantes para el país receptor de la IDE porque la tecnología de las multinacionales no siempre está disponible en el mercado y la única forma de converger es imitarla, pero el aprovechamiento de las externalidades depende de la capacidad de aprendizaje o absorción reflejada en el capital económico y social del país o el capital humano de las empresas (Narula, 2004).<sup>286</sup>

### **2. 2. 1 Efecto de demostración e imitación (espionaje y aprendizaje)**

Los efectos de imitación o demostración<sup>287</sup>, que apenas han sido estudiados, pueden generarse debido a una estrategia claramente definida, aunque en muchas ocasiones ocurren de forma

---

<sup>286</sup> La capacidad de absorción se discutirá más adelante (Sección, 3. 3)

<sup>287</sup> Formas de imitación son –entre otras- la imitación de los productos o procesos, la introducción del control de calidad, y estandarización, la imitación respecto a la importación de nuevas tecnologías incorporadas o de formas de organización y estrategia comercial.



inconsciente y casi nunca están documentados. Por lo tanto, se puede considerar como un proceso intangible y difícil de medir (Blömmstrom y Kokko, 1998). Los efectos de imitación y el proceso de aprendizaje –incluido el espionaje– sólo se generan en países o empresas que tiene la capacidad social suficiente para poder absorber tales “externalidades” (Abramovitz, 1986). De hecho resulta que una diferencia o retraso demasiado elevado entre el nivel tecnológico de la filial extranjera y el país receptor y la falta de un capital humano adecuado imposibilita la absorción de las tecnologías más avanzadas (Nelson y Phelps, 1966). El efecto de imitación se produce sobre todo en caso de que la calidad o nivel de prestaciones de los productos de las empresas extranjeras sean parecidas a las de los productos domésticos que sustituyen. Lo que confirma que las externalidades se generan sobre todo en caso de gozar de una mayor capacidad de absorción.

### **2. 2. 2. Movilidad de la mano de obra y el efecto “Spinn off”**

La transferencia tecnológica generada por la IDE no sólo puede iniciarse a partir de las nuevas tecnologías incorporadas en máquinas, equipos o patentes de las empresas extranjeras, sino también mediante la formación de la mano de obra local. Esta formación no sólo se genera mediante la formación explícita, sino también a partir de la experiencia obtenida durante el trabajo cotidiano (*learning by doing*, Arrow, 1962) afectando a trabajadores de todos los niveles. Aunque, inicialmente las empresas extranjeras suelen asignar los puestos altos a “expatriados”, después de cierto tiempo también los empleados “locales” llegan a ciertos cargos de importancia en la empresa, y, por lo tanto, son una fuente potencial para generar “externalidades tecnológicas”. La transferencia de los conocimientos así obtenidos se puede generar a partir de la movilidad de la mano de obra formada en empresas extranjeras (Fosfuri et al, 2001) y mediante el efecto “Spinn off” (Giarratana et al. , 2004). Se puede resaltar que pueden existir tanto efectos positivos (p. ej. La contratación de los trabajadores formados en empresas extranjeras como externalidades negativas a base de un “Braindrain” (drenaje de cerebros) de directivos desde empresas locales a empresas extranjeras atraídos por salarios más altos.

La evidencia empírica al respecto se basa en unos pocos estudios. Por ejemplo Katz, en un estudio referente al papel de las empresas extranjeras en Latino América (1987) indica que los directivos de empresas locales han iniciado, con mucha frecuencia, su carrera en empresas extranjeras. Otro estudio, Chen (1983), indica que el efecto de la formación es más importante que la introducción de nuevas tecnologías y técnicas, de hecho la movilidad del capital humano acelera los posibles procesos de imitación y aprendizaje.

### **2. 2. 3 Eslabonamiento hacia atrás y hacia delante**

Los eslabonamientos hacia delante y hacia detrás recogen aquellos efectos –positivos o negativos– que se basan en las relaciones comerciales o empresariales entre empresas extranjeras y sus proveedores (hacia atrás) o clientes (hacia delante). Estas formas de desbordamiento también son conocidas como externalidades verticales. La influencia de las empresas extranjeras sobre sus competidores, serían los efectos horizontales generados por la imitación, cooperación, aprendizaje o la movilidad de capital humano.

La entrada de empresas extranjeras puede generar dos efectos opuestos. Por un lado, la generación de un mercado o demanda nueva de bienes intermedios por parte de las empresas extranjeras hacia los proveedores locales implicaría un efecto positivo. Por el otro, si las empresas extranjeras atraen –roban– cuota de mercado de empresas nacionales y las empresas proveedoras locales y estas no son lo suficientemente competitivas para abastecer a las empresas extranjeras, se

generaría, para los proveedores locales una disminución de la demanda de bienes intermedios y la pérdida del mercado local. El efecto neto de ambas tendencias no resulta difícil de determinar.

Los trabajos basados en el concepto de sistema (véase nota a pie 284) resaltan las externalidades basadas en eslabonamientos entre sectores. Las empresas extranjeras tendrían un efecto positivo (directo) sobre sus proveedores locales (vínculos hacia atrás). Por un lado, las empresas extranjeras asisten a sus proveedores locales para que ajusten la calidad, las prestaciones y los costes de sus productos a las exigencias e indicaciones de las empresas extranjeras. Además, en ocasiones las empresas extranjeras tienden a diversificar su red de proveedores para que compitan entre ellos en precios y para asegurar la seguridad y estabilidad del abastecimiento. Las empresas extranjeras se aprovechan de esta forma del mercado local, no sólo por la generación de consumo intermedio mejores y más baratos, sino también por la existencia de una red de proveedores locales, que les permite incrementar su propia especialización, les ofrece más flexibilidad respecto al volumen de producción. Además, en muchos casos los proveedores locales les asisten para adaptar sus productos a los requisitos y preferencias locales. El efecto sobre la economía doméstica no sólo es la mejor productividad de los proveedores locales sino, también, el resto de las empresas nacionales podría aprovecharse de las mejoras en los proveedores.

La existencia de estos efectos ha sido demostrada más en estudios de casos que mediante una modelización econométrica. En un estudio empírico de Lall (1980)<sup>288</sup> se detectan las siguientes externalidades verticales: (1) Ayudar a posibles proveedores (domésticos y extranjeros) a construir unidades de producción; (2) suministrar asistencia tecnológica e información para mejorar la calidad y eficiencia de los proveedores; (3) suministrar o asistir en la compra de materias primas o bienes de consumo intermedio; (4) asistencia y entrenamiento en aspectos de organización y gestión; y (5) ayudar a las empresas a diversificar su cartera de clientes en busca de otros compradores.

Como ya se ha indicado, también podrían existir efectos negativos respecto a los eslabonamientos hacia atrás. Con cierta frecuencia las empresas extranjeras que adquieren empresas domésticas sustituyen el *input* local –producido por empresas locales– por *inputs* importados. Esto significaría un efecto de eslabonamiento hacia atrás negativo y un empeoramiento de la balanza de pagos por cuenta corriente (Aitken y Harrison, 1991).

La intensidad de los eslabonamientos hacia delante a o hacia atrás depende según Blömstrom y Kokko (1998) del tamaño del mercado, la regulación y del tamaño y capacidades tecnológicas de las empresas locales. Estos efectos aumentan en el tiempo en cuanto las empresas locales mejoran sus habilidades empresariales y su capacidad innovadora. Blömstrom y Kokko (1998) indican, además, ciertas diferencias en el uso de proveedores. Por un lado, los eslabonamientos verticales serían mayores por parte de las empresas europeas que por parte de las de EE. UU. o Japón. Por otro lado, las empresas extranjeras orientadas hacia el mercado local utilizan más proveedores domésticos que las empresas orientadas hacia el mercado internacional. El uso de proveedores también depende del tiempo que la empresa extranjera lleve operando en el mercado. En los

---

<sup>288</sup> Existe un amplio número de estudios cualitativos o estudios de caso. El estudio de Lall (1980) analiza dos productores de camiones en la India (Lall, 1980). Otros estudios de caso con conclusiones similares son Behrmann y Wallender (1976) y Watanabe (1983a y 1983b). Además se puede resaltar el estudio de Brash (1966), que indica que las empresas extranjeras exigen mayor control de calidad de los productos intermedios que las locales. Además, resulta que este control –adaptado por las empresas locales– se lo aplican a todas las actividades de la empresa. Otro estudio destacable es de Katz (1987) que indica la introducción –obligada– de nuevas tecnologías adquiridas de la matriz de la empresa extranjera en Argentina.

momentos iniciales las empresas extranjeras utilizan muchos proveedores extranjeros pero según pasa el tiempo se utilizan, cada vez mas, proveedores domésticos (MacAleese y McDonald, 1978).

## **2. 2. 4 al acceso a nuevos mercados**

Otra forma de externalidad sería el efecto desbordamiento respecto al acceso a nuevos mercados. Para entrar en mercados extranjeros se necesita no sólo un buen producto a un precio competitivo sino organizar un marketing internacional, tener una red de distribución, servicios post venta y una buena imagen. Sólo algunas empresas locales, especialmente en países pocos desarrollados, tienen estas habilidades (Keesing y Lall, 1992). La IDE puede influir sobre la capacidad comercial de las empresas locales. Por un lado, puede generar un efecto directo mediante exportaciones hacia otras filiales de las empresas extranjeras o exportar productos domésticos bajo el patrocinio o marca de las empresas extranjeras, que pongan a su disposición los canales de distribución comercial y la infraestructura de transporte (Blomström y Kokko, 1998). Por otro lado se generan externalidades indirectas sobre la capacidad exportadora de las empresas locales. Por ejemplo, las mejoras conseguidas a partir de eslabonamientos hacia atrás podría permitir a las empresas locales competir en el mercado mundial debido a una mejora de los productos, su calidad y la disminución de los costes. Otro factor que podría influir es la mejora de la imagen de las empresas locales debido a su condición de proveedores de empresas multinacionales o la imitación y aprendizaje sobre las características y necesidades de mercados extranjeros (P. ej. Preferencias respecto al diseño, embalaje o calidad). Respecto al acceso a nuevos mercados internacionales existen relativamente pocos estudios empíricos.

## **2. 2. 5 Efecto de la IDE sobre la estructura de mercado**

Una forma del efecto de competitividad específica de la IDE sería su impacto sobre la estructura de mercado o la concentración empresarial. Un efecto (*negativo o positivo*) que influye sobre el nivel de competitividad, medido como nivel de concentración del mercado, sería la entrada y salida de empresas que afecta directamente a la estructura del mercado. Aunque la entrada de empresas extranjeras puede aumentar a corto plazo la competitividad, a medio plazo puede disminuir sustituyendo el oligopolio doméstico por uno extranjero todavía peor (Blomström y Kokko, 1998). Esto se generaría debido al cierre de empresas doméstica que por falta de una capacidad de reacción, no tienen la habilidad de adaptarse a la nueva situación competitiva.

El problema de medir tal efecto se encuentra en distinguir, por un lado, si el mayor nivel de concentración esta causado por la presencia de empresas extranjeras o, por otro lado, si estas sólo han acelerado el aumento de concentración. Los estudios empíricos indican una correlación entre un mayor nivel de concentración y la presencia de empresas extranjeras (Dunning, 1993 o Caves, 1976) pero la relación causal es más difícil de mostrar. De hecho teniendo en cuenta otros determinantes de la concentración resulta que esta correlación, encontrada en algunos estudios, desaparece. Posiblemente se deba al hecho que las empresas extranjeras invierten preferentemente en sectores de un alto nivel de concentración en vez de generarla (Fishwick, 1981; Globerman, 1979b).

Existen dos estudios españoles que intentan analizar la influencia de la IDE sobre el grado de competencia en el mercado<sup>289</sup> llegando a conclusiones opuestas. Merino y Salas (1995) encontraron que la presencia de la IDE no influye en los niveles medios del margen bruto de las empresas, mientras que Donsimoni y Leoz-Argüelles (1983) indican que la presencia de la IDE

---

<sup>289</sup> Medida de forma indirecta mediante el margen de beneficios

reduce el nivel de los beneficios y, por lo tanto, mejorará la competitividad en los sectores donde opera. Aunque los indicadores del nivel de competitividad utilizados por estos estudios no están libres de sospecha.

### **3. Efectos indirectos sobre la productividad: efecto de desbordamiento tecnológico<sup>290</sup>**

#### **3. 1 Interpretación conceptual del efecto de competitividad y del desbordamiento tecnológico**

En la literatura existen tanto estudios que analizan los efectos de la IDE sobre la competitividad como aquellos que analizan los efectos en forma de un desbordamiento tecnológico. Aunque en realidad en ambos tipos de estudios se derivan los efectos a partir del aumento de la productividad. Se supone que el aumento de la productividad generada por la presencia de IDE implica una mejora de la competitividad de las empresas y muchos autores suponen que este efecto se basa, básicamente, en el desbordamiento de las innovaciones -en el sentido amplio- de las empresas extranjeras y, por lo tanto, se interpretan como “spillover” tecnológicos.

El efecto de competitividad se debe al hecho que la IDE rompe el equilibrio existente en el mercado doméstico, lo que obliga a las empresas nacionales a tomar medidas para proteger sus cuotas de mercado y márgenes de beneficio. Por tanto, la entrada de empresas extranjeras en un mercado doméstico monopolista o protegido podría revolucionar la competitividad y, con ello conseguir una mejor asignación de recursos. Este hecho en sí mismo ya implica a corto plazo que existan externalidades sobre la productividad o eficiencia de las empresas locales (Blomström y Kokko, 1998). La IDE aumenta a corto plazo la presión competitiva que a su vez es un empuje, por un lado, hacia una mayor innovación, mecanización y capitalización –es decir, una modernización- de los sistemas productivos de las empresas nacionales y, por otro, incentivaría mejoras de la calidad de sus productos, su productividad y la organización de las empresas –es decir, la actividad innovadora en sentido amplio-. El efecto de competitividad –igual que el efecto de “acceso a mercados” se plasma en la búsqueda activa -por parte de las empresas domesticas- de la generación de externalidades basadas en los mecanismos indicados en la sección 2. 2.

La intensidad de tal efecto depende de muchos factores y parece ser mayor en el caso de empresas extranjeras. Rosenberg indica que la amenaza de empresas extranjeras sobre los beneficios es un mejor incentivo para innovar que las ganancias potenciales de esta actividad en ausencia de una amenaza directa. Ya que, el deterioro de la situación existente es una presión más clara que posibles beneficios extras basados en la innovación (1976, P. 124). Y, según Caves, la entrada de una empresa extranjera genera una reacción más activa entre rivales y una mayor mejora del mercado que la entrada de un nuevo competidor doméstico de las mismas características (Caves, 1971). Además, cualquiera de las externalidades serán mayores –en términos positivos- en caso de una mayor capacidad de absorción. Las empresas locales en países pocos desarrollados son a veces demasiado débiles para competir con empresas extranjeras, mientras que en los países más desarrollados habría una lucha mayor entre empresas nacionales y filiales extranjeras (Jenkins, 1990). La cooperación entre empresas locales con otras empresas extranjeras puede mejorar la

---

<sup>290</sup> Existe literatura que a base de modelos teóricos intenta demostrar la posible existencia de externalidades. En esta revisión no se recoge esta literatura (véanse Markusen y Ethier, 1996; Saggi, 1999; Kinoshita, 2000; Fosfuri et al. , 2001; Glass y Saggi, 2002; Sanne-Randaccio, 2002).

respuesta competitiva, incluso en países en desarrollo (Lall, 1979; Evans, 1977) aunque sólo se han detectado unos pocos estudios que analizan estos aspectos.

De todos modos, la IDE ha tenido un papel crucial en la transferencia tecnológica a través de las fronteras (Romer, 1986), generando un proceso de acercamiento o “Catching up” por parte de los países receptores. Muchos países han desarrollado una política muy activa para atraer inversiones extranjeras, no sólo con el objetivo de crear empleo, sino, con la idea de iniciar o empujar su propio desarrollo tecnológico (Kokko, 1992; Blomström y Kokko, 1996)<sup>291</sup>.

Teóricamente existe un amplio número de modalidades de transferencia tecnológica internacional que se puede generar a partir de la IDE. Las formas más directas de transferencia tecnológica y de innovación incluyen la importación de tecnología incorporada en máquinas y equipamientos, y no incorporada (Patentes, y asistencia técnica) por parte de las empresas extranjeras y sus mejoras organizativas y de comercialización. Además, las filiales extranjeras generan, de forma explícita o implícita, un mayor nivel de formación del capital humano del país receptor de la IDE. Estas son formas de transferencia tecnológica internacional que generan un potencial de consecuencias indirectas, o efectos de desbordamiento, sobre las empresas nacionales. Estos efectos se generan mediante las distintas modalidades de externalidades que se han enumerado en la sección dos: imitación y aprendizaje, movilidad del capital humano, eslabonamientos verticales (hacia delante o hacia atrás) y horizontales (sobre los competidores directos), acceso al mercado y efecto de competitividad.

### **3. 2 Medición de las externalidades: metodología y resultados**

#### **3.2.1. Problemas metodológicos**

Externalidades en forma de aumento de la productividad son difíciles de medir (Görg y Strobl, 2001), ya que muchas de las mismas son de carácter intangible<sup>292</sup> y difíciles de recoger mediante indicadores inequívocos y aplicables a la realidad económica. La medición de las “externalidades” debería incluir sólo aquellos efectos no perseguidos por las empresas extranjeras, es decir, sólo aquellos que no pasan por el mercado. El aumento de la productividad se basa en muchas ocasiones en flujos de conocimientos no reflejados mediante transacciones en el mercado, y estos no suelen dejar huellas que puedan ser encontradas y medidas. Por todo esto, los primeros trabajos que analizan las externalidades respecto a la productividad son sobre todo estudios de caso. Los conocimientos empíricos existentes dependen de tales estudios de caso, que ofrecen una evidencia circunstancial, basada en ejemplos de la existencia de externalidades (Lall, 1980; Behrmann y Wallender, 1976; Watanabe, 1983a y 1983b). De hecho Blomström y Kokko (1992) indican que hasta finales de los años 70 no existen modelos comprensivos ni argumentos teóricos, ya que este tipo de estudios requiere datos micros de carácter cuantitativo y cualitativo; datos de un período relativamente largo -ya que, el impacto en forma de externalidades no es directo, sino que se genera a medio y largo plazo-, y hacen falta datos de un gran número de empresas e industrias para controlar por efectos interindustriales.

---

<sup>291</sup> No hay que olvidar que las empresas multinacionales controlan y generan alrededor del 80% de las tecnologías (Dunning, 1993) lo que explica el interés de los países y/o regiones para atraerlas. Resulta claro que las multinacionales han tenido un papel importante para la reestructuración de las economías de los antiguos países comunistas debido a su aportación de nuevas formas de gestión empresarial, nuevas tecnologías, aportación de recursos financieros (EBRD, 1994; Meyer, 2001)

<sup>292</sup> Como la mejora de la calidad de los productos, cambios organizativos, aumento de la capacidad tecnológica, etc..

Debido a las dificultades para medir las externalidades los estudios existentes no analizan realmente estos “spillovers” y su funcionamiento, sino que derivan su posible existencia a partir modelos econométricos que estiman una función de producción (basada en la productividad y su crecimiento) donde una de las variables explicativas es la penetración de las empresas extranjeras en el sector y la variable a explicar es la productividad o su crecimiento.<sup>293</sup> El efecto final de la IDE sobre la productividad de las empresas en forma de externalidades tecnológicas se mide de forma indirecta, a partir de la contabilidad del crecimiento basada en el razonamiento que ofrece en el modelo de Solow. Es decir, se elabora una regresión donde la variable dependiente es la productividad que, por un lado, depende de los factores de producción tradicionales (Capital y trabajo, recursos intermedios y materias primas) y, por otro lado, se incluye como variable explicativa la presencia de capital extranjero. Si esta presencia es estadísticamente comprobada se deduce que existen “spillovers”, es decir, un proceso de desbordamiento tecnológico sin entrar en la realidad económica que hay detrás de este factor.

No cabe duda que la innovación es un factor estratégico para el desarrollo competitivo de una empresa y las disparidades tecnológicas son la principal causa de las diferencias en productividad (Gerschenkron, 1987). Por ello, la mayoría de los estudios basados en modelos econométricos que analizan los efectos de desbordamiento tecnológico miden en realidad el aumento de la productividad e interpretan este aumento –basado en la teoría del crecimiento y de la productividad- como una prueba de la existencia de externalidades tecnológicas (Caves, 1976)<sup>294</sup>. Esta interpretación se basa en dos hipótesis, primero, las empresas extranjeras son tecnológicamente más avanzadas que las locales, y este hecho genera flujos tecnológicos hacia empresas nacionales (Mucchielli y Jabbour, 2004) y esta idea se ve reforzada en la segunda hipótesis, basada en Arrow, (1962): la tecnología se puede considerar como un bien público de libre acceso. Lo que confirma la teoría ecléctica de Dunning, donde la innovación se considera como uno de los activos específicos más importantes para invertir en otros países. Respecto a este tema Yokota (2003) habla de una forma indirecta de medir el impacto de la IDE, donde se estima una regresión respecto al crecimiento de una economía teniendo en cuenta el papel de la IDE. Por un lado, la teoría sobre la IDE nos indica que ésta afecta positivamente a la productividad del país receptor y a su vez ésta aumenta el crecimiento económico. Por otro, las teorías del crecimiento –especialmente las del crecimiento endógeno (Romer, 1986/1990; Lucas, 1988)- nos indican que la tecnología es un aspecto fundamental para explicar el crecimiento económico. En realidad coexisten dos efectos de la IDE que resultan muy difíciles de distinguir o separar. Por un lado se trata de efectos de competitividad sobre la productividad y, por otro, de los efectos de externalidades tecnológicas sobre la productividad (Yokota, 2003). Por supuesto, influye el grado de mecanización y automatización –es decir, la acumulación del capital- en el nivel de productividad potencial, pero la eficiencia de este capital físico depende a su vez de su calidad tecnológica. Que será en general mayor para máquinas más modernas o tecnológicamente más avanzadas. Pero la pregunta sería si la causa de esta mayor productividad o eficiencia realmente se debe a un efecto de desbordamiento tecnológico, o podría estar relacionada con otras causas o aspectos.

Ser la empresa tecnológicamente más avanzada no implica que las empresas extranjeras tengan relativamente más actividades innovadoras. *“La estrecha relación entre capital intangible y multinacionalización de las empresas no implica que la empresa multinacional vaya a elegir a la filial española para llevar a cabo actividades de I+D”* (Merino y Salas, 1995) y resulta que el comportamiento innovador de las empresas nacionales y extranjeras es muy parecido (Molero y

<sup>293</sup> Una función similar se utiliza para los análisis en el ámbito empresarial.

<sup>294</sup> Siendo uno de los pioneros en este tipo de estudios, interpretó la menor diferencia en productividad de trabajo en sectores de mayor presencia de capital extranjero como un efecto positivo de las empresas extranjeras.

Heijts, 2002). Ambos estudios indican que ni la proporción de empresas que realizan I+D ni la intensidad del gasto en I+D sobre ventas son distintas una vez controladas por diferencias entre tipo de empresas (sector, tamaño, etc. ). Simplemente las empresas extranjeras invierten con más asiduidad en sectores de media y alta tecnología. El estudio de Papanastassiou y Pearce (1994) indica que las tecnologías de filiales extranjeras provienen fundamentalmente de sus empresas matrices. La I+D de las filiales, según el estudio de Fors (1997), está en gran parte orientada hacia el ajuste de adaptación para el mercado local. Todo ello implica que existen claras diferencias en el saldo tecnológico respecto al exterior, donde las empresas extranjeras compran con más intensidad tecnología extranjera, un hecho resaltado en los estudios sobre las filiales extranjeras en España (Molero Buesa y Casado, 1995; Merino y Salas, 1995). Resumiendo, las empresas extranjeras son tecnológicamente más avanzadas, no tanto debido a actividades innovadoras propias sino debido a la compra de tecnología a sus empresas matrices. Además, su mayor nivel tecnológico es sólo aparente debido a su propensión de invertir en sectores de alta tecnología.

Un segundo argumento utilizado para interpretar los efectos sobre la productividad como externalidades tecnológicas es el carácter de bien público de las nuevas tecnologías o modos de gestión (Arrow, 1962) y, por lo tanto, para las empresas extranjeras resulta imposible protegerla y evitar cualquier forma de difusión o imitación. No cabe duda, de que las formas de organización empresarial o las nuevas tecnologías tienen frecuentemente un carácter público, pero también es verdad que en otras muchas ocasiones no resultan fáciles de copiar o imitar. La teoría moderna del cambio tecnológico indica que muchas innovaciones no tienen un carácter público tan claro<sup>295</sup>. En este caso la innovación tiene un carácter tácito importante y la imitación resulta costosa tanto en términos financieros como en el tiempo necesario para aprenderla. Lo que, a su vez, dificultaría la generación de externalidades, especialmente para empresas de regiones o sectores tecnológicamente atrasados.

A continuación se indican algunas formas de la transferencia tecnológica o externalidades tecnológicas debido a la IDE hacia el país receptor:

- En muchos casos las nuevas tecnologías incorporadas en la importación de bienes de capital entre la matriz y la filial, no están disponibles en el mercado, ya que la empresa que tiene los derechos no los quiere vender, lo que implica que el país receptor de la IDE no lo hubiera recibido si la empresa extranjera no se hubiera localizado en su país.
- Debido a la IDE las empresas nacionales, especialmente en caso de operar en un mercado protegido, deben innovar respecto a sus productos (calidad y prestaciones) sus procesos de producción (mejora de eficiencia y disminución de costes) y organización para resistir a la penetración de empresas extranjeras en sus mercados (efecto de competitividad).
- Eslabonamientos verticales hacia clientes o proveedores donde las empresas extranjeras transfieren nuevas tecnologías incluyendo servicios de formación, asistencia técnica y gerencial y otros servicios post venta.
- En caso de que la empresa extranjera desarrolle un sistema de formación para sus trabajadores que no se pueda contratar ni replicar.
- Movilidad o formación del capital humano entre empresas nacionales y extranjeras. Incluyendo no sólo ingenieros e investigadores, sino todo tipo de personal que ha aprendido capacidades intangibles relacionadas con la innovación, comercialización (internacional), habilidades de organización, gestión de empresa, etc.. .

---

<sup>295</sup> Como podría ser el desarrollo y la construcción de una planta química, una fábrica de coches o la línea de producción de un nuevo avión.

Pero, como se discutirá más adelante, no existen hipótesis concluyentes respecto al efecto final de la IDE sobre las actividades innovadoras de las empresas locales (Veugelers y Van den Houten, 1990). Los efectos serán positivos si la externalidad es complementaria a las actividades de I+D de las empresas nacionales y serán negativos si las externalidades generadas por las empresas extranjeras son sustitutas de las actividades de las empresas nacionales (Merino y Salas, 1995). Por un lado, el efecto de “competitividad” podría estimular un mayor esfuerzo innovador para defenderse de la competencia de las empresas extranjeras (Blomström, 1986), pero, por el contrario, las innovaciones de las empresas extranjeras podrían reducir la rentabilidad de actividades innovadoras nacionales y, por lo tanto, la probabilidad de afrontar los costes relacionados con la innovación (Veugelers y Van den Houten, 1990). Por ejemplo, a medida que las empresas extranjeras introducen mayor diferenciación de producto en la industria generando una reducción de la vida económica de los productos existentes se podría generar un incentivo negativo respecto a los gastos en innovación por parte de las empresas nacionales (Merino y Salas, 1995).

### 3.2.1. Externalidades tecnológicas. Evidencia empírica<sup>296</sup>

La tabla 3. 1 resume los resultados de un amplio número de estudios que utilizan una función de producción como se han definido en la sección anterior. Los estudios basados en datos sectoriales o industriales, utilizando datos de corte transversal -de un año o periodo concreto-, han encontrado una correlación positiva entre la productividad y la presencia de empresas extranjeras, pero tal correlación no se puede interpretar de forma directa como una relación causal, ya que, podría estar relacionada con la tendencia de las empresas extranjeras de invertir en los sectores más productivos, o su presencia podría expulsar a aquellas empresas locales menos competitivas, aumentando de esta forma la productividad media del sector (Blömstrom y Kokko, 1998).

Gran parte de los estudios a nivel empresarial (véase cuadro 4. 1) - que evitan los problemas de los estudios a nivel industrial o sectorial- apuntan a un efecto de externalidades negativo o no significativo. Es decir, la IDE, *ceteris paribus*, no influye o incluso reduce la productividad de empresas domesticas. La explicación de este efecto neutral o negativo puede estar relacionada con dos aspectos. Primero, podría estar relacionado con la capacidad de absorción. La mayoría de estos estudios se ha realizado en países en desarrollo donde la diferencia competitiva -basada en la capacidad de innovación, de organización y conducta comercial- entre las empresas locales y extranjeras es tan amplia que las empresas locales no tienen la capacidad social para aprender de ellas. Es decir, no son capaces de copiar, adaptar y asimilar -mediante las formas de externalidades mencionadas- los activos específicos de las empresas extranjeras a sus propias necesidades o circunstancias. La segunda razón del efecto neutral o negativo de los estudios realizados a nivel de empresa podría ser porque muchos de los estudios analizan el impacto sobre la productividad en los sectores donde se ubican las empresas extranjeras -*externalidades horizontales*-. Las empresas extranjeras no están interesadas en este tipo de externalidades hacia sus competidores directos, sino, más bien intentan evitarlas para proteger sus activos estratégicos y de esta forma sus ventajas comparativas (Cabellero y Lyons, 1990; Smarzynska, 2002; Mucchielli y Jabbour, 2004).

<sup>296</sup> Las referencias a los estudios que analizan el caso de España se reflejan en cursiva.



## Aspectos seleccionados Aprendizaje, competitividad y empleo

**Tabla 1: Efectos horizontales y verticales de desbordamiento (tecnológico) sobre la productividad**

	Tipo de País		Año de los datos	Tipo de datos		Medición de la presencia extranjera y variable dependiente	Influencia del capital extranjero
Caves, 1974	D	Australia	1966	Dc	Industria	Empleo	+
Globerman, 1979	D	Canadá	1972	Dc	Industria	Output	+
Blomström y Person, 1983	ED	México	1970	Dc	Industria	Empleo	+
Blomström, 1986	ED	México	1970-75	Dc	Industria	Empleo	+
Blomström y Wolff, 1994	ED	México	1970-75	Dc	Industria	Empleo	+
Kokko, 1994	ED	México	1970	Dc	Industria	Empleo	+
Kokko et al., 1996	ED	México	1970	Dc	Industria	Empleo	+
Driffeld, 2001	D	EE. UU.	1989-92	Dc	Industria	Ventas	+
Kokko et al, 1996	ED	Uruguay	1970	Dc	Empresa	Output	ns
Blomström y Sjöholm, 1999	ED	Indonesia	1991	Dc	Empresa	Output	+
Sjöholm, 1999 <sup>a</sup>	ED	Indonesia	1980-91	Dc	Empresa	Output	+
Sjöholm, 1999 <sup>b</sup>	ED	Indonesia	1980-91	Dc	Empresa	Output	+
Chuang y Lin, 1999	ED	Taiwan	1991	Dc	Empresa	Assets	+
Demilis/Louri, 2002	D	Grecia	1997	Empresa		Equity/ Ventas	+/Ns <sup>ca</sup>
Görg y Ströbl, 2003	D	Irlanda	1973-1996	Panel	Plant	Empleo	+ <sup>t</sup>
Liu et al, 2000	D	EE. UU.	1991-95	Panel	Industria	Empleo	+
Girma et al, 2001	D	EE. UU.	1991-96	Panel	Empresa	Empleo	ns
Aitken y Harrison, 1999	ED	Venezuela	1976-89	Panel	Empresa	Assets	-
Haddad y Harrison, 1993	ED	Marruecos	1985-89	Panel	Industria/Empresa	Assets	-
Kathuria, 2000	ED	India	1976-89	Panel	Empresa	Ventas	-
Djankov y Hoekman, 2000	TR	Republica Checa	1993-96	Panel	Empresa	Assets	-
Kinoshita, 2000	TR	Republica Checa	1995-98	Panel	Empresa	Empleo/Equity	+/ns <sup>ca-t</sup>
Sinani y Meyer, 2002	TR	Estonia	1995-99	Panel	Empresa	Empleo/ventas/equity	+/Ns/+
Flores et al, 2000	TR	Portugal	1992-95	Panel	Empresa	Output	ns
<b>Efectos horizontales y verticales</b>							<b>Horizontal / Vertical</b>
Merino y Salas, 1995	D	España	1991	Dc	Empresa	Valor añadido	Ns
Barrios, 2000	D	España	1990-94	Panel	Empresa	Output	ns
Lozano/Mancebón, 2001	D	España	1994	Dc	Empresa		
Mucchielli y Jabbour, 2002	D	España	1990-2000	Panel	Empresa	Empleo/TIO	
Barrios ; Dimelis ; Louri ; Ströbl, 2002	D	España-Grecia-Irlanda	Años 90	Panel	Empresa	Empleo	+ <sup>ca</sup> / Ns / + <sup>ca</sup>
Barrios/Strobl, 2002	D	España	1990-98	Panel	Empresa	Sales	+/ns <sup>ca</sup>
Alvarez, 2003	D	España	1991-2000	Panel	Empresa		+/ns <sup>ca</sup>

Fuente: ampliación y actualización de Görg y Ströbl, 2001

Tipo de país: D - Desarrollado; ED - En Desarrollo; TR - En Transición

Tipo de datos Dc - Datos de Corte transversal; Panel - Datos de Panel

Medición de la presencia extranjera: TIO: tabla input output

Influencia del capital extranjero: + Efecto positivo; - Efecto Negativo; Ns efecto no significativo. El añadido "CA:" implica que el efecto sólo es significativo para empresas con una alta capacidad de absorción.

+/Ns Se han encontrado tanto efectos positivos como no significativo dependiendo de la capacidad de absorción (ca), definida o relacionada con las características del sector y de las empresas locales o extranjeras

En realidad las empresas extranjeras intentarán que sus ventajas no se desborden hacia sus competidores. En vez de efectos horizontales se esperarían más bien externalidades verticales debido a la relación cliente proveedor, ya que las empresas extranjeras están más dispuestas a transferir tecnologías a proveedores locales para garantizar la calidad, diseño y costes de su consumo intermedio. Otra razón de la ausencia de los efectos se debe a que en muchos de los países en desarrollo la IDE está dirigida hacia el aprovechamiento de salarios bajos. En estas regiones las empresas extranjeras son una isla incomunicada del sistema de producción nacional, lo que dificultaría tanto la generación de externalidades horizontales como de verticales.

*Álvarez (2003)* subraya que las externalidades no se generan de forma automática, sino que implican un proceso de aprendizaje y la adquisición de nuevas habilidades empresariales, lo que requiere tiempo. Además, no ocurren sólo a partir de acciones de demostración, sino que se necesita una interacción entre los distintos agentes productivos. De los resultados obtenidos en su estudio se desprende que el factor temporal sería más importante para el caso de las externalidades intraindustriales -o efectos horizontales hacia competidores- que en el caso de los efectos verticales donde las propias empresas extranjeras ayudan a crearlas.

Muy pocos estudios<sup>297</sup> han incluido en su modelo los eslabonamientos tecnológicos verticales y todos ellos han detectado externalidades tecnológicas entre empresas extranjeras y sus proveedores locales<sup>298</sup>. Por otro lado, los estudios sugieren más bien la ausencia de externalidades horizontales. De hecho, algunos estudios reflejan efectos verticales e indican la ausencia de efectos horizontales (*Merino y Salas, 1995; Smarzynska, 2002; Álvarez, 2003*) y en algunos casos –como España- se han encontrado incluso externalidades (horizontales) negativas sobre la productividad de las empresas locales del mismo sector (*Mucchielli y Jabbour, 2004*)<sup>299</sup>. Es decir, la productividad de las empresas locales está influida de forma positiva por la intensidad de las relaciones entre “su” sector -como proveedor- y sus clientes extranjeros pero no por la presencia de empresas extranjeras en su propio sector. Otros estudios encuentran efectos horizontales positivos como puede ser el caso de España (*Lozano y Mancebón 2001*), que indican que las empresas extranjeras tienen un efecto positivo sobre la eficiencia de las empresas locales. De hecho, existe un amplio número de estudios que han encontrado tal efecto horizontal (véanse entre otros *Kinoshita, 2000; Sinani y Meyer, 2002; Flores et al, 2000; Demilis y Louri, 2002; Kokko et al. , 2001*). Resumiendo, los estudios ofrecen resultados opuestos incluso para un mismo país como es el caso de España.

<sup>297</sup> La literatura distingue entre dos tipos de eslabonamientos verticales. Primero el efecto de la IDE sobre la existencia y la intensidad de tales eslabonamientos (*Rodríguez y Clare, 1995; Markusen y Venables, 1999; Saggi, (2002)*). Por otro lado, los modelos de *Pack y Saggi (2001)* y *Matouschek (2000)* analizan de forma más específica la transferencia tecnológica generada por eslabonamientos verticales.

<sup>298</sup> *Kugler, (2000); Blalock (2001, Indonesia); Schoors y Tol, (2001, Hungría); Smarzynska, (2002, Lituania); Smarzynska y Spatareanu (2002, Rumania) López-Córdova, (2002, México); Blalock y Gertler, 2003 (Indonesia); Álvarez, (2003, España) Mucchielli y Jabbour (2003, España).*

<sup>299</sup> Muchos otros estudios también encontraron efectos negativos *Aitken y Harrison, 1999, Haddad y Harrison, 1993, Kathuria, 2000, Djankov y Hoekman, 2000. Sinani y Meyer encuentran también un efecto negativo para empresas locales, mientras que para empresas extranjeras y empresas estatales se ha detectado un efecto positivo*

Una primera razón de que algunos estudios si encuentran externalidades horizontales puede ser el hecho de que sus modelos no incluyan con suficiente exactitud la orientación de la IDE hacia sectores más eficientes y altamente productivos. La alta correlación entre el atractivo tecnológico del sector y la presencia de empresas extranjeras versus las externalidades tecnológicas impide modelizar o aislar de forma correcta las posibles externalidades tecnológicas (Merino y Salas, 1995). Otra razón podría deberse a las diferencias del tipo de países donde se realizan los análisis. Por un lado en países en transición se pueden encontrar efectos horizontales debido a la capacidad tecnológica de las empresas nacionales, mientras que en países en desarrollo no existe esta capacidad de absorción. De todos modos, los resultados que podrían apoyar esta última hipótesis son muy confusos y en algunas ocasiones claramente opuestos.

Dos estudios han intentado analizar de forma más directa, para el caso de España, el efecto de la IDE sobre la probabilidad e intensidad de la I+D en empresas nacionales. El estudio de González (1999) indica, por un lado, que la competencia con empresas multinacionales reduce la probabilidad de realizar actividades tecnológicas, lo que ella interpreta como el resultado de un efecto negativo de la IDE sobre la rentabilidad de la I+D, es decir, debido a la competencia extranjera. Por otro lado, resulta que las empresas que sobrepasan el umbral de rentabilidad de la I+D y, por lo tanto, han decidido realizar tales actividades han visto incentivada su intensidad innovadora debido a la presencia de empresas extranjeras. Esto apoyaría de forma indirecta la hipótesis de la capacidad de absorción; es decir, sólo se aprovechan de las externalidades aquellas empresas capaces de realizar de forma rentable actividades innovadoras. El estudio de Salas y Merino (1995), no ofrece un resultado del todo concluyente respecto al efecto de la IDE sobre la probabilidad de realizar I+D<sup>300</sup>; por otro lado, indica que no existe un efecto estadísticamente significativo respecto a la influencia de la IDE sobre la intensidad innovadora de las empresas locales. Estos datos son congruentes con los resultados de un estudio de Molero y Heijs (2002) que indica que el comportamiento innovador de las empresas extranjeras comparadas con las nacionales -y teniendo en cuenta un amplio grupo de características de las mismas-, es muy parecido.

### **3.3. Existencia e intensidad de las externalidades versus capacidad de absorción**

Muchos autores indican que la existencia e intensidad de las externalidades depende de la capacidad de absorción (Nelson y Phelps, 1966; Lall, 1978; Abramovitz, 1986; Dunning y Narula, 1996; Narula, 2004) de las empresas que a su vez depende del nivel de desarrollo del país. La complejidad del proceso productivo, la tecnología de las empresas extranjeras, el grado de desarrollo de los países y la capacidad tecnológica de las empresas doméstica son dos caras de la misma moneda, y resultan dos aspectos esenciales que influyen sobre la capacidad de absorción (Lall, 1978; Dunning y Narula, 1996; Narula, 2004). Como se han observado en los estudios revisados en la sección anterior, los efectos de desbordamiento no afectan a todas las empresas por igual, habrá efectos positivos sobre las empresas con mayor capacidad de absorción, mientras puedan existir efectos negativos sobre empresas poco competitivas (incluyendo su cierre). Lo que implicaría un problema metodológico en el momento de comparar los resultados de distintos tipos de estudios. Los resultados distintos e incluso opuestos

---

<sup>300</sup> Aunque parece que el efecto es estadísticamente insignificante.

encontrados en diversos estudios pueden deberse a diferencias en (1) las metodologías aplicadas, (2) el tipo de país analizado o (3) el tipo de empresas incluidas en las muestras analizadas (por ejemplo pequeñas y grandes o innovadoras versus no innovadoras). En la literatura teórica y empírica se encuentran muchos factores que están relacionados con la existencia y la intensidad de las externalidades. En esta revisión de la literatura repasamos las cuatro más importantes<sup>301</sup>: la capacidad tecnológica de las empresas locales, la forma en que la empresa extranjera ha entrado en el mercado: su orientación hacia mercados nacionales versus internacionales y los requerimientos respecto al consumo intermedio.

**El nivel tecnológico** o la similitud en capacidades tecnológicas entre las empresas nacionales y las extranjeras se convierte en un condicionante básico para que se puedan alcanzar vínculos y un proceso de aprendizaje mutuo entre las empresas extranjeras y (proveedores nacionales) (Nelson y Phelps, 1966; Lall, 1978; Abramovitz, 1986; Dunning y Narula, 1996; Rodríguez-Clare, 1996; Narula, 2004). Según la literatura sólo existen externalidades horizontales o verticales para aquellas empresas con un retraso tecnológico relativamente moderado respecto a sus competidores extranjeros (Blomström y Kokko, 1998; Kokko et al, 1996); o dicho de otro modo, sólo las empresas más competitivas o con mayor capacidad de absorción son capaces de aprovecharse de las externalidades (Narula, 2004). De hecho, un estudio de Heijs (2004a) indica que las empresas con un menor nivel de actividad innovadora tienen una capacidad de aprendizaje claramente menor a las empresas altamente innovadoras. Por ello, algunos estudios comparan el nivel de externalidades entre empresas innovadoras (que realizan I+D) y no innovadoras; se supone que las primeras tendrán una mayor capacidad de absorción por sus experiencias en I+D y porque la I+D requiere unos recursos humanos de mayor calidad.

Por otro lado, en países con niveles tecnológicos distintos pueden reflejar impactos distintos. Respecto a la evidencia empírica se puede destacar que en los países en desarrollo (como Venezuela, la India o Marruecos) los efectos en forma de externalidades han sido más bien neutrales o negativos. Mientras, que en países de cierto nivel tecnológico –como es el caso de los países en transición– sí se han detectado efectos de desbordamientos horizontales (Lituania, Indonesia, Hungría o España).<sup>302</sup> No sólo las empresas con poca capacidad de absorción tienen dificultades de generar externalidades, sino las propias empresas extranjeras podrían ser reticentes a adquirir bienes intermedios de estas empresas. Es decir, en países poco desarrollados habrá menos eslabonamientos hacia atrás y por lo tanto, menos posibilidades de generar externalidades.

También en la literatura empírica respecto a los efectos verticales se ha encontrado apoyo a esta tesis, aunque en este caso los resultados son más difíciles de interpretar. Según algunos estudios los efectos verticales resultan ser claramente positivos pero sólo

---

<sup>301</sup> Existen otros aspectos de la capacidad de absorción que se mencionan o analizan en algunos estudios como: el nivel de competitividad (Sinani y Meyer, 2002); diferencias sectoriales (*Barrios y Strobl, 2002*); orientación exportadora de las empresas locales (Blomström y Sjöholm, 1999; *Barrios y Trobl, 2002*); Tamaño de las empresas locales (Aitken y Harrison, 1999; Merino y Salas, 1995; Sinani y Meyer, 2002); proximidad geográfica (Aitken y Harrison, 1999; Sjöholm, 1999; Harris y Robinson, 2002; *Mucchielli y Jabbour, 2002*; *Alvarez, 2003*). Además *Barrios y Strobl (2002)* y *Alvarez (2003)* analizan las externalidades para las empresas nacionales y extranjeras. Una revisión de estos resultados se recoge en Heijs, (2004b).

<sup>302</sup> Véase tabla 1

existen para empresas de mayor nivel tecnológico (o capacidad de absorción) (Véanse; Kokko, Tasini y Zejan, 1996; Blomström, 1996; Görg y Strobl, 2003; *Mucchielli y Jabbour, 2004; Alvarez, 2003*)<sup>303</sup>. Por otro lado, el retraso tecnológico, frecuentemente mencionado como una barrera de los efectos de desbordamiento, no siempre los consigue evitar (véanse los estudios de Sjöholm (1999); Smarzynska (2002); *Barrios y Strobl (2002). Mucchielli y Jabbour (2004)*, indica que la falta de una capacidad tecnológica evitaría, posiblemente, sobre todo los efectos horizontales. Teniendo en cuenta el cambio radical del sistema de innovación español, se debería sospechar que los efectos encontrados para los años noventa no se pueden generalizar para periodos anteriores. La capacidad innovadora de la empresa actual no tiene nada que ver con la de los años 80, lo que se debería a que en aquel periodo los efectos en forma de externalidades serían bien distintos (*Álvarez, 2003*).

Otro aspecto que influye sobre la capacidad de absorción es ***la orientación del mercado*** de las empresas extranjeras. Empresas extranjeras orientadas hacia el mercado nacional o local utilizan con mayor frecuencia proveedores locales que aquellas que entran en un país debido a una decisión de inversión basada en una estrategia comercial internacional orientada hacia la exportación (UNCTAD, 2000; Belderbos et al. , 2001; Altenburg, 2000). Estas últimas forman, en muchas ocasiones, parte de una red de producción y distribución global donde la compra de bienes intermedios esta coordinada por la empresa matriz. Las empresas extranjeras orientadas al mercado local (cuya competencia se limita a los mercados locales y sus competidores son las empresas domesticas) deben adaptar sus productos a los requerimientos nacionales y pueden relajar sus exigencias de calidad debido a sus ventajas competitivas respecto a las empresas locales.

Los estudios empíricos confirman que se generan sobre todo externalidades (horizontales o verticales) a partir de empresas orientadas hacia el mercado interior (Véanse entre otros Smarzynska, 2002; Sinani y Meyer, 2002; *Alvarez, 2003; Mucchielli y Jabbour 2004*), mientras que la IDE orientada al mercado mundial no presenta evidencia de generar efectos positivos de desbordamiento, incluso el estudio de Sinani y Meyer (2002) indica que este último tipo de empresas genera efectos horizontales negativos.

El estudio de *Mucchielli y Jabbour (2004)* encuentra resultados distintos aunque, teniendo en cuenta su interpretación, no son del todo opuestos. Indican que los vínculos con empresas extranjeras exportadoras generan un mayor efecto sobre las empresas locales, que aquellos vínculos con empresas locales. Las empresas exportadoras podrían tener mayores requerimientos que las empresas extranjeras dirigidas hacia el mercado local, lo que incentivaría la transferencia de tecnologías más avanzadas. Esto confirma, según los autores, que la calidad y tipo de relación entre empresas nacionales y extranjeras es más importante que la frecuencia de interacción. Estas conclusiones, aparentemente opuestas, se ajustan a las conclusiones de un informe de la UNCTAD: “*investors focused on export-orientated industries created relatively few linkages, but those linkages are more competitive and sustainable*” (2000).

***Los requerimientos de las empresas extranjeras*** respecto a la calidad y diseño de los productos intermedios es otro factor que dificulta o posibilita las externalidades. La

---

<sup>303</sup> Sjöholm (1999) sólo encuentra un efecto para empresas con un retraso tecnológico mayor.

generación de externalidades no sólo depende de la capacidad de absorción de las empresas locales sino, también del comportamiento y las necesidades de las empresas extranjeras y las características de sus actividades. Todo ello reflejado en los requerimientos de su demanda de bienes intermedios. Una empresa extranjera que demanda bienes intermedios muy específicos, de importancia estratégica que requiere un alto nivel de calidad o prestaciones, podría ser más propensa para compartir sus conocimientos innovadores que las empresas que requieren un consumo intermedio básico -poco elaborado-. En este último caso las empresas locales no podrán aprovecharse tanto de posibles efectos desbordamiento. Por lo tanto, como ya se ha indicado, las externalidades no sólo dependen de la cantidad de vínculos entre empresas nacionales y extranjeras sino también de su calidad y complejidad (UNCTAD, 2001; Mucchielli y Jabbour, 2004). El aspecto de los “requerimientos” interactúa con otros aspectos que influyen sobre la existencia e intensidad de externalidades como es la capacidad tecnológica y la orientación del mercado, el tiempo que las empresas están en el mercado, etc.

Si el nivel de requerimientos al consumo intermedio es demasiado exigente (es decir, muy especializado y de una complejidad -tecnológica- muy avanzada) puede ser que las empresas extranjeras tengan que acudir a la importación de sus bienes intermedios, debido a una falta de capacidad de absorción (tecnológica o de aprendizaje) de las empresas locales. Por otro lado, si este nivel es muy bajo, las empresas nacionales pueden ajustar su producción por su propia cuenta. En ambos casos el nivel de aprendizaje generado no será muy importante (Smarzynska, 2002). Se generarán sobre todo externalidades en aquellos casos donde las empresas extranjeras son muy exigentes, pero al mismo tiempo, ofrecen asistencia técnica, formación y/o venta de la tecnología necesaria para que las empresas locales puedan aprender y de esta forma satisfacer las exigencias de las empresas multinacionales.

Respecto al *tipo de inversión* o forma en que la empresa extranjera ha entrado en el mercado, se puede destacar que las empresas extranjeras que entran en un país mediante inversiones “greenfield” generan menos eslabonamientos que aquellas que entran mediante fusiones y adquisiciones (Mansfield y Romeo, 1980; Either y Markusen, 1996; Smarzynska, 1999; UNCTAD, 2001). El estudio de Mansfield y Romeo indican que las empresas matrices transfieren hacia sus empresas filiales basadas en adquisiciones o fusiones una tecnología menos moderna que a sus filiales “greenfield”. Esto se debe, posiblemente, a la necesidad de mantener bajo control sus ventajas comparativas reflejadas en innovaciones y esta resulta más segura en las empresas 100% en propiedad, que en las empresas compradas (Either y Markusen, 1996). Por un lado, se podría concluir que las empresas “greenfield” tienen mejores tecnologías y, por lo tanto, su influencia sobre el sistema nacional de innovación podría ser mayor. Por otro lado, las tecnologías menos complejas o modernas adquiridas por filiales de propiedad compartida podrían ser más adecuadas para ser transferidas mediante externalidades, debido a su mayor acoplamiento del nivel tecnológico de las empresas locales, dicho de otro modo, ajustado a su capacidad de absorción.

Respecto a la evidencia empírica se puede destacar que las empresas mixtas (consideradas en la literatura como el resultado de fusiones y adquisiciones) generan efectos de desbordamiento positivos para las empresas locales, mientras que para las empresas 100% de capital extranjero (consideradas como el resultado de inversiones “greenfield”) no se encuentra tal efecto (UNCTAD, 2000; Belderbos et al. , 2001,

Smarzynska, 2002; Álvarez, 2003). La explicación al respecto, es que las empresas mixtas absorbidas por empresas extranjeras ya tienen relaciones comerciales con los proveedores locales, mientras que las empresas “greenfield” todavía no tienen establecidas tales relaciones de proveedor cliente. Además cuanto mayor es el número de años que la empresa extranjera este presente en el mercado, mayor es la posibilidad que existe de eslabonamientos hacia atrás (MacAleese y MacDonald, 1978).

#### 4. Conclusiones generales respecto a los estudios empíricos

Muchos países tienen una política activa para traer inversiones directas extranjeras porque esperan obtener, a corto y a largo plazo, beneficios directos e indirectos. Las filiales extranjeras aportan sus activos específicos tanto en forma de innovaciones tecnológicas de producto o de procesos como innovaciones de gestión y organización y, a partir de ellos, se esperan externalidades beneficiosas para el sistema productivo nacional en su conjunto. En este trabajo se han revisado un conjunto de estudios econométricos que intentan analizar estos beneficios pero los resultados reflejan una evidencia empírica poco concluyente e incluso con resultados opuestos (Véanse tablas 1 y 2). Los datos agregados a nivel industrial encuentran un efecto positivo, mientras que los estudios con datos micro a nivel de empresas, no ofrecen resultados concluyentes. Teniendo en cuenta que en un principio los estudios agregados se justifican porque analizan la suma de los datos micros, se debería revisar la utilidad de estos estudios debido a que no se confirman unos efectos supuestamente agregados. En realidad, ningún estudio resulta del todo satisfactorio, ni tiene en cuenta todos los problemas metodológicos debido a la dificultad extrema respecto a la elaboración de los datos. Los resultados opuestos muestran claramente, como indican Blomström y Kokko (1998), que las diferencias en el diseño, metodología y datos influyen en los resultados finales de los estudios y explican parte de las diferencias tanto en la intensidad del impacto como en los resultados opuestos. Además, no todos los estudios utilizan indicadores adecuados; lo que implicaría que los resultados dependen, entre otros, de la forma de modelizar y estimar el efecto (Burnside, 1996; Barrio y Strobl, 2002). Para una comparación válida habría que tener en cuenta de forma simultanea el tipo de país, el tipo de las empresas y su capacidad de absorción, el tipo de indicadores y la metodología de estimación.

**Tabla 2: Resultados globales respecto a las externalidades horizontales y verticales obtenidas en estudios a nivel empresarial**

<b>Externalidades Horizontales Positivas</b>	<b>Externalidades Horizontales inexistentes</b>	<b>Externalidades Horizontales Negativas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sjöholm, 1999 a+b</li> <li>• Flores et al. , 2000</li> <li>• Kokko et al. , 2001</li> <li>• Sinani y Meyer, 2002</li> <li>• Demilis y Louri, 2002</li> <li>• Lozan y Mancebón, 2001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merino y Salas, 1995</li> <li>• Kokko et al. , 1996</li> <li>• Barrios, 2000</li> <li>• Smarzynska, 2002</li> <li>• Álvarez, 2003</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haddad y Harrison, 1993</li> <li>• Aitken y Harrison, 1999</li> <li>• Kathuria, 2000</li> <li>• Mucchielli y Jabbour, 2004</li> </ul>
<b>Externalidades horizontales sólo en el caso de empresas con una mayor capacidad tecnológica</b> Blomström, 1996; Kinoshita, 2000; Görg y Strobl, 2003; Barrios y Strobl, 2002; Barrios et al. , 2002; Álvarez, 2003.		
<b>Externalidades verticales</b>		
<b>Para todas las empresas:</b> Smarzynska, 2002 <b>Sólo para empresas con mayor capacidad tecnológica:</b> Álvarez, 2004; Mucchielli y Jabbour, 2004		

La mayoría de estudios basados en modelos econométricos que analizan los efectos de desbordamiento tecnológico, miden en realidad el aumento de la productividad e interpretan este aumento –basado en la teoría del crecimiento y de la productividad– como una prueba de la existencia de externalidades tecnológicas. Es decir, no se analizan los flujos reales de transferencia tecnológica entre empresas nacionales y extranjeras. Por ello los resultados de estos estudios pueden estar sesgados, ya que. Esta forma de analizar las externalidades implica que las conclusiones –sobre todo si se analizan externalidades horizontales– pueden depender de los sectores donde las empresas extranjeras han empezado a penetrar en el mercado nacional.

Se han generado en los últimos años un amplio número de estudios, algunos de calidad muy pobre, debido a los nuevos paquetes estadísticos que incluyen programas informáticos muy potentes y fáciles de manejar. Debido al aumento del número de estudios y la diversidad de los resultados encontrados, todos los estudios, incluso los que tienen una fiabilidad muy reducida, encuentran referencias bibliográficas que apoyan sus resultados. Cabe destacar que existen muy pocos estudios publicados que no encuentran un resultado estadísticamente significativo. Una de las razones de este hecho puede ser la dificultad de publicar trabajos con resultados no significativos. Existe un sesgo de “publicación”, que implica tendencia a publicar casi de forma exclusiva estudios con resultados estadísticamente significativos (De Long y Lang, 1992; Ashenfelter et al. , 1999; Görg y Strobl, 2002).

Se han encontrado indicios claros respecto a la importancia de la capacidad de absorción. Tanto la capacidad tecnológica –o mejor dicho la distancia entre la capacidad tecnológica de empresas nacionales versus filiales extranjeras– como la orientación hacia el mercado nacional versus extranjero resultan ser dos aspectos claves para la generación de externalidades. Los requerimientos de las empresas extranjeras respecto a sus proveedores y su voluntad de ofrecer formación y asistencia técnica están relacionados con una intensidad mayor de las externalidades. También la proximidad facilita la generación de externalidades, además se encuentra un mayor nivel de externalidades en el caso de empresas mixtas en comparación con empresas cuyo capital es cien por cien extranjero.

Los resultados respecto a qué tipo de empresa tiene suficiente capacidad de absorción o qué tipo de empresa extranjera generan con más asiduidad externalidades, pueden ofrecer ideas importantes para la política de atracción de IDE. Respecto al interés generalizado por parte de los gobiernos de atraer inversiones extranjeras habría que tener en cuenta para cada uno de los proyectos de inversión propuestos la capacidad de generar externalidades. Es decir, analizar la capacidad de absorción esperada basándose en los resultados encontrados en los estudios mencionados. Teniendo en cuenta estos resultados se debería fomentar la entrada de capital en empresas locales creando empresas mixtas, ofreciendo mayores ayudas a empresas cuyas ventas se dirigen al mercado mundial y a aquellos tipos de empresas cuyas tecnologías son complementarias al sistema productivo nacional. Además, los gobiernos deberían diseñar una política dirigida a la creación o mejora de la red de proveedores fomentando su comportamiento innovador y su capital humano. Este último requeriría de una política de educación y formación profesional continua.



## Referencias bibliográficas

- Abramovitz, M. (1986): Catching up or falling behind. En *Journal of Economic History*, June, Vol. 46, PP. 385-406
- Aitken B y A Harrison (1999): "Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment" *American Economic Review* 89: 605-618.
- Aitken, B. J. Y Harrison, A. E. (1999): Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela, *American Economic Review* 89, 605-618.
- Ashenfelter, O. ; Harmon, C. ; Oosterbeek, H. (1999): A review on estimates of the schooling/earning relationship, with tests for publication bias. *Labour Economics*, Vol. 6, 453-470
- Álvarez, I. (2003): Empresas extranjeras y efectos de derrame tecnológico. Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Madrid, Julio 2003
- Arrow, K. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29 (2)
- Bajo , O. ;Sosvilla Rivero, S. (1994): An econometric analysis of foreign direct investment in Spain, 1964-89. *Southern Economic Journal*, 61, 104-120.
- Bajo, O. ; Torres, A. (2001) The impact of Spain's integration with the EC on trade and foreign investment. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Economía de Wroclaw. Wroclaw.
- Barrios S (2000): "Foreign Direct Investment and Productivity Spillovers: Evidence from Spanish Experience" FEDEA Documento de Trabajo 2000-19.
- Barrios, S. ; Strobl, E. (2002): Foreign Direct Investment and Productivity Spillovers: Evidence from the Spanish Experience, *Weltwirtschaftliches Archiv* 138, 459-481.
- Barrios, S. , S. Dimelis, H. Louri; E. Strobl (2002): Efficiency Spillovers from Foreign Direct Investment in the EU Periphery: A Comparative Study of Greece, Ireland and Spain. FEDEA, DP series 2002-02.
- Behrman, J. Y Wallender, H. ( 1976): Transfer of manufacturing technology within multinational enterprises Cambridge, Mass. Ballinger
- Belderbos R. ; Capannelli, G. ; Fukao, K. (2001): Backward vertical linkages of foreign manufacturing affiliates: Evidence from Japanese multinationals. *World Development* 29 (1): 189-208
- Blalock G; P Gertler (2003): "Technology from Foreign Direct Investment and Welfare Gains through the Supply Chain" mimeo, Cornell University.
- Blalock, G. , (2001): Technology from Foreign Direct Investment: Strategic Transfer through Supply Chains. Mimeo, University of California, Berkeley.
- Blomström, M. (1986): Foreign investment and Productive Efficiency: The Case of Mexico. *Journal of Industrial Economics* 35:97-110.
- Blomström, M. (1991): Host country benefits of foreign investment. En: Mcfetridge (Ed. ): *Foreign investment, technology and economic growth*. Toronto y Londres, Toronto University Press
- Blomström, M. ; Kokko, A. (1998): Multinational Corporations and Spillovers, *Journal of Economic Surveys* 12, 247-277.
- Blomström, M. Sjöholm, F. (1999): Technology Transfer and Spillovers: Does Local Participation with Multinationals Matter?, *European Economic Review* 43, 915-923.
- Blomström, M. , Persson, H. (1983): "Foreign Investment and Spillover Efficiency in an Underdeveloped Economy: Evidence from the Mexican Manufacturing Industry," *World Development*, 11(6): 493-501.
- Blomström, M. ; Wolff, E. N. (1994): Multinational corporations and productive convergence in Mexico. En: Baumol, W. : Nelson, R. Y Wolf, E. : *Convergence of productivity: Cross national studies and historical evidence*. Pp. 262-283. Oxford, Oxford University Press
- Blomström, Magnus, Ari Kokko, and Mario Zejan (2000), *Foreign Direct Investment: Firm and Host Country Strategies*, London, Macmillan.
- Blomström, Magnus, Robert E. Lipsey and Mario Zejan (1992), "What explain s Developing Country Growth?" NBER Working Paper No. 4132.
- Borensztein, E. , J. De Gregorio, y J-W. Lee (1998): "How does Foreign Direct Investment affect Economic Growth?" *Journal of International Economics*, 45,115-135.
- Brash, D. T. , (1966): *American investment in Australian industry*. Cambridge, Mass. Harvard University Press.
- Buesa, M. Y Molero, J. (1998): *Economía Industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*. Ed. Civitas. Madrid.
- Burnside, C. (1996): Production function regressions, returns to scale, and externalities. *Journal of monetary economics* 37 (2): 177-201
- Cabellero, R. J. ; Lyons, R. K. (1990): Internal versus External Economies in European Industry. *European Economic Review* 34 (4): 805-826
- Caves, R. (1971): International Corporations: the industrial economics of foreign investment. *Económica* 38, 1-27
- Caves, Richard E. (1974): "Multinational Firms, Competition, and Productivity in Host-Country Markets,"

- Económica, 41(162): 176-193.
- Caves, R. E. (1996): *Multinational Enterprise and Economic Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed. , Cambridge University Press, Cambridge.
- Chen, E. (1983): *Multinational corporations, technology and employment*. London, Macmillan
- Chuang, y , y Lin, C. (1990): Foreign direct investment, R&D and spillovers efficiency; evidence from the Taiwan´s manufacturing firms. *Journal of Development Studies*, Vol. 35, 111-137
- Dimelis, S. ; H. Louri (2002): Foreign Ownership and Production Efficiency: A Quantile Regression Analysis. *Oxford Economic Papers* 54: 449-469.
- Djankov, S. B. Hoekman. 1998. *Avenues of Technology Transfer: Foreign Investment and Productivity change in the Czech Republic*. CEPR Discussion Papers No. 1883.
- De Long, B. J. ; Lang, K. (1992): Are all economic hypotheses false? *Journal of Political Economy* Vol. 100, 1257-1272
- Donges, J. B. (1975): *La industrialización de España*
- Donsimoni, M. P. ; Leoz-Argüelles, V. (1983): Rentabilidad y vinculaciones internacionales en la economía española. En *Estudios de Economía Industrial Española: Estructura y resultados de las grandes empresas industriales*. Maravall. F. ; Perez-Simmarro, (Ed. ) : . P. 199. 220
- Driffield, N. (2001): The impact on domestic productivity of inward investment in the U. K. *Manchester School*, vol. 69 103-119
- Dunning, J. H. ; Narula, R. (1996): *Foreign direct investment and governments: catalysts for economic restructuring*. Routledge London.
- Dunning, J. 1993. *Multinational Enterprises and the Global Economy*. Workingham, England and Reading, Massachusetts, Addison Wesley.
- EBRD (1994): – *European Bank for Reconstruction and Development (annually since 1992): Transition Report*, London: EBRD.
- Either W and J Markusen (1996): “Multinational Firms, Technology Diffusion and Trade” *Journal of International Economics* 41: 1-28.
- Evans, P. B. : (1977): Direct investment and industrial concentration. *Journal of Economic development studies* 13, 373-385
- Farinha, L. Y Mata, J. (1996): The impact of foreign direct investment in the Portuguese economy *Banco de Portugal*, Working Paper 16-96, Lisbon
- Fernandez-Otheo, J. C. (2003): ; *Inversión directa extranjera y desinversión de España (1993-2001): Una nueva perspectiva*. Ponencia presentado en los Cursos de Verano en el Escorial: Internacionalización tecnológica y empresas multinacionales. Nuevos retos para la políticas de innovación.
- Fishwick, F. (1981): *Multinational companies and economic concentration in Europe*. Mimeo. Paris Institute for Research and Information on Multinationals.
- Fors, G. (1997): “Utilisation of R&D Results in the Home and Foreign Plants of Multinationals”, *The Journal of Industrial Economics*, vol. 45, num. 2, pp. 341-358.
- Flores, R. G. ; Fontoura, M. P. ; Santos, R. G. (2001): Foreign direct investment spillovers: What can we learn from Portuguese data? Workingpaper 4/2000, Universidad Técnica de Lisboa
- Fosfuri, A. , M. Motta, y T. Rønde (2001): “Foreign Direct Investment and Spillovers through Workers’ Mobility,” *Journal of International Economics*, 53, 205-222.
- Gariatana, M. Pagano, A. Torrisis, S. (2004): The role of multinational firms in the evolution of the software industry in India, Ireland and Israel. Presentation of the DRIID summer conference in Elsingore Denmark, June 14. 16<sup>th</sup>, 2004
- Gerschenkron, A. (1962): *Economic backwardness in historical perspective*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Gershenberg, I. 1987. The training and spread of managerial know-how. A comparative analysis of multinationals and other firms in Kenya. *World Development* 15, 931-939.
- Girma, S. , Greenaway, D. Y Wakelin, K. (2001): Who Benefits from Foreign Direct Investment in the UK?, *Scottish Journal of Political Economy* 48, 119-133.
- Glass, Amy J. and Kamal Saggi (2002), “Multinational Firms and Technology Transfer” *Scandinavian Journal of Economics*, 104(4), 495-513.
- Globerman, S. (1979): “Foreign Direct Investment and ‘Spillovers’. Efficiency Benefits in Canadian Manufacturing Industries,” *Canadian Economic Journal*, 12(1): 42-56.
- Gonzalez, X. (1999): «Inversión extranjera directa e I+D en la manufacturas», *Revista de Economía Aplicada*, número 20, páginas 5-28.
- Görg, H. Y Strobl, E. (2001): *Multinational Companies and Productivity Spillovers: A Meta-analysis*, *Economic Journal* 111, F723-F739.
- Görg, H. Y Strobl, E. (2002): *Multinational Companies and Indigenous Development: An Empirical Analysis*, *European Economic Review* 46, 1305-1322.

- Görg, H. ; Strobl, E. (2003): Foreign direct investment and productivity spillovers: evidence from the Spanish experience. *Weltwirtschaftliches archive* 2002, Vol. 138 (3): pp. 459-481
- Haddad M. ; A Harrison (1993): "Are there Positive Spillovers from Direct Foreign Investment? Evidence from Panel Data for Morocco" *Journal of Development Economics* 42: 51-74.
- Harris R y C Robinson (2001): "Spillovers from Foreign Ownership in the United Kingdom: Estimates for UK Manufacturing Using the ARD" mimeo, University of Durham.
- Heijs, J. (2004a): Innovation capabilities and learning: a vicious circle. *International Journal of Innovation and Learning* (Número 5; Otoño 2004)
- Heijs, J. (2004b): El papel de las empresas extranjeras en el desarrollo tecnológico de España. Documento de trabajo, Nº 47 (2003): Instituto de Análisis Industrial y Financiero
- Hymer, S. (1976): The international operations of national firms: A study of direct foreign investment; MIT Press. (Realmente la tesis doctoral data de 1960):
- Jenkins, R. (1990): Comparing foreign subsidiaries and local firms in LDCs: Theoretical issues and empirical evidence. *Journal of Development Studies* 26, 205-228
- Kathuria, V. (2000): Productivity spillovers from technology transfer to Indian Manufacturing firms. *Journal of International Development*, vol. 12, 343-369
- Katz, J. : (1987): Technology Creation in Latin American Manufacturing Industries. New York, St. Martin's Press
- Keesing, D. B. ; Lall, S. (1992): Marketing manufactured exports from developing countries. Learning sequences and public support. En, G. Helleiner, Trade Policy, Industrialisation and Development, New Perspectives. Oxford; Clarendon Press
- Kinoshita, y . , 2000. R&D and Technology Spillovers via FDI: Innovation and Absorptive Capacity. CERGE-EI, mimeo.
- Kogut, B. Y U. Zander. 1993. Knowledge of the Firm and the evolutionary theory of Multinational Corporation. *Journal of International Business Studies*, Vol. 24, 625-646.
- Kokko, A. , 1992. Foreign Direct Investment, Host Country Characteristics, and Spillovers. The Economic Research Institute, Stockholm.
- Kokko A (1994a): "Productivity Spillovers from Competition between Local Firms and Foreign Affiliates" *Journal of International Development* 8(4):
- Kokko, A. (1994b): Technology, Market Characteristics, and Spillovers, *Journal of Development Economics* 43, 279-293.
- Kokko, A. , Tansini, R. Y Zejan, M. C. (1996): Local Technological Capability and Productivity Spillovers from FDI in the Uruguayan Manufacturing Sector, *Journal of Development Studies* 32, 602-611.
- Kugler M (2000): "The Diffusion of Externalities from Foreign Direct Investment: Theory ahead of Measurement" Discussion Papers in Economics and Econometrics, University of Southampton, U. K.
- Lall, S. 1978. Transnationals, Domestic Enterprises and Industrial Structure in LDSs: A Survey. Oxford Economic Papers, Vol. 30, 217-248.
- Lall, S. (1980): : Vertical interfirm linkages in LDCs: An empirical study. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 42, 203-226
- Lin, X. Y Siler , P. Wang, C. y Wei, y . (2000): Productivity spillovers from foreign direct investment. Evidence from the UK industry level panel data. *Journal of international business studies*. Vol. 31, 407-425
- Lozano, P. ; Macebo, M. J. (2001): La eficiencia productiva: Empresa nacional versus extranjera. *Información Comercial Español*, 794, 23-36.
- Lopez-Cordova,, E. (2002): NAFTA and Mexico's manufacturing productivity: An empirical investigation using micro-level data. ; Mimeo Interamerican Development Bank. Washington D. C.
- Lucas, Robert E. , Jr. (1988): "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Macleese, D. ; McDonald, D. (1978): Employment growth and development linkages in foreign owned and domestic manufacturing enterprises. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 40, 321-339.
- Markusen, J. R. (1995): "The Boundaries of Multinational Enterprises and the Theory of International Trade," *Journal of Economic Perspective*, 9, 169-189.
- Markusen J and A Venables (1999): "Foreign Direct Investment as a Catalyst for Industrial Development" *European Economic Review* 43: 335-356.
- Marshall, (1919): Industry and Trade. London, McMillan
- Marshall, A. (1963). Principios de economía. Madrid: Aguilar
- Martin, C. y Velazquez, J. (1996\*): «Una estimación de la presencia de capital extranjero en la economía española y alguna de sus consecuencias», *Papeles de Economía Española*, número 66, páginas 160- 175.
- Martin, C. y Velazquez, J. (1996b): «Factores determinantes de la inversión extranjera en los países de la OCDE: una especial referencia a España», *Papeles de Economía Española*, número 66, páginas 209-219.

- Matouschek N (2000): "Foreign Direct Investment and Spillovers through Backward Linkages" CEPR Working Paper: 2283.
- Merino De Lucas, F. Y Salas Fumas, V. (1995): «Empresa extranjera y manufactura española: efectos directos e indirectos», *Revista de Economía Aplicada*, volumen III, número 9, páginas 105-130.
- Meyer, K. (2001): *International business research in transition economies*. Oxford. Handbook of international business. Oxford, Oxford University Press.
- Molero, J. , Buesa, M. Y Casado, M. (1995): «Technological Strategies of MNCs in Intermediate Countries: The Case of Spain», en MOLERO, J. (ed. ): *Technological Innovation, Multinational Corporations and New International Competitiveness. The Case of Intermediate Countries*, Reading, Harwood Academic Publishers.
- Molero, J; Heijs, J (2002): The differences of the innovative behaviour between national and foreign firms: An indirect way to measure the impact of foreign firms on national innovation systems. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*. Volume 2, Number 2/3. (pp122-145; ISSN, 1368-275x).
- Mucchielli, J. L. ; Jabbour, L. (2002): *Technology transfer through backward linkages: The case of the Spanish manufacturing industry*
- Myrdal G. (1957): *Economic Theory and the Underdeveloped Regions*, Duckworth, London
- Nadal, J. (1975): *El fracaso de la revolución industrial en España, 1814-1913*, Ariel Barcelona.
- Narula, R. (2004): Understanding absorptive capacities in an "innovation system" context: Consequences for economic growth. Paper presented on the Druid summer conference 2004 Elsingore, Denmark, June 14-16, 2004.
- Nelson, R. ; Phelps, E. (1966): Investment in humans, technological diffusion and economic growth. *American Economic Review*, 56 (1/2): March, 69-75
- Nurks, R. (1953): *The problem of capital formation in underdeveloped countries* Oxford, Basil Blackwell.
- Papanastassiou, M. y Pearce, R. (1994), "Las estrategias de innovación global de las empresas multinacionales y la integración europea: el papel de los medios de I+D regionales", *Información Comercial Española*, num. 726, febrero, pp. 43-62.
- Rodriguez-Clare A (1996): "Multinationals, Linkages and Economic Development" *American Economic Review* 86: 852-873.
- Romer, P. M. , 1986. Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94: 1002-1037.
- Romer, Paul M. (1990): "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98, October, Part 2, S71-S102..
- Romer, P. (1986): Increasing returns and long run growth. *Journal of Political Economy*. 94 (5)
- Rosenberg, J. (1976): *Perspectives on technology* New York Cambridge University Press
- Saggi K (2002): "Backward Linkages under Foreign Direct Investment" mimeo, Southern Methodist University.
- Sinani E. ; Meyer, K. (2001): Identifying spillovers of technology transfer from FDI. The case of Estonia Working Document. Centre of European Studies, Copenhagen Business School.
- Sanne-Randaccio. F. (2002): The impact of foreign direct investment on home and host countries with endogenous R&D. *Review of International Economics*, Vol. 10
- Schoors K y Van der Tol, B (2001): "The Productivity Effect of Foreign Ownership on Domestic Firms in Hungary" mimeo, University Of Gent.
- Sjöholm F (1999a): "Productivity Growth in Indonesia: the Role of Regional Characteristics and Direct Foreign Investment" *Economic Development and Cultural Change* 47: 559-584.
- Sjöholm, F. (1999b): Technology Gap, Competition and Spillovers from Direct Foreign Investment: Evidence from Establishment Data. *Journal of Development Studies*, Vol. 36, 53-73.
- Smarzynska B (2002): "Does Foreign Direct Investment Increase the Productivity of Domestic Firms? In Search of Spillovers through Backward Linkages" *World Bank Policy Research Working Paper* 2923.
- Smarzynska, B. ; Spatareanu (2002): *FDI Spillovers through backward linkages in Romania: Some determinants*, Mimeo, Worldbank
- UNCTAD (2000): "The Competitiveness Challenge: Transnational Corporations and Industrial Restructuring in Developing Countries".
- UNCTAD (2001): *Enhancing the competitiveness of Small and Medium Sized Enterprises through linkages*
- Veugelers, R. ; van Houten, P. (1990): Domestic R&D in presence of multinational enterprises. *International Journal of Industrial Organisation* 8
- Veugelers, R. y Cassiman, B. (2003): "Foreign Subsidiaries as a Channel of International Technology Diffusion: Some Direct Firm Level Evidence from Belgium," *European Economic Review*, forthcoming.
- Vicens Vives, J. (1960): *La industrialización y el desarrollo económico de España de 1800 a 1936*. *Revista de economía política*, P. 140-155
- Watanabe, S. (1983<sup>a</sup>): Technical co-operation between large and small firms in the Filipino automobile industry. In S Watanabe (Ed. ): *Technology marketing and industrialisation: Linkages between small and large*

- enterprises. New Dehli; Macmillan
- Watanabe, S. (1983b): Technological linkages through subcontracting in Mexican industries. n S Watanabe (Ed. ): Technology marketing and industrialisation: Linkages between small and large enterprises. New Dehli; Macmillan
- Yokota, K. (2003): Vertical multinationals, industry characteristics and endogenous technology spillovers. Discussion paper in economics. No 03-14; Centre for Economic Analysis. University of Colorado Boulder.

## CAPÍTULO 11. INNOVACIÓN Y EMPLEO: ASPECTOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

### 1. Introducción<sup>304</sup>

El impacto de la innovación sobre el empleo y el mercado de trabajo ha sido siempre un aspecto que genera cierta polémica social. Históricamente el movimiento obrero ha subrayado sobre todo los efectos negativos sobre la calidad y la cuantía de empleo mientras que los empresarios han subrayado sobre todo los beneficios en términos de eficiencia, productividad y competitividad. De hecho los políticos y empresarios tenían una fe muy grande en la existencia de mecanismos de compensación. Es decir, el mercado de trabajo en su conjunto absorberá –a medio o largo plazo- a los trabajadores despedidos en ciertas empresas (fábricas) o expulsados de ciertos sectores a base de un crecimiento económico en otras empresas o sectores.

No cabe duda que la innovación ha generado una reducción del empleo debido a una mayor productividad. Un estudio de Jenkins (1994) nos indica que la cantidad de algodón que hoy en día se procesa en el sector de textil en una sola semana laboral (40 horas) requería antes de la primera revolución industrial unas 50.000 horas (véase tabla 1). Lo que refleja el enorme ahorro de trabajo y de energía que acompañaba la mecanización inicial siendo la actividad innovadora más destacada durante la primera revolución industria. De hecho, en 1870 se trabajaban en los países más avanzados unas 1200 horas laborales, como media, lo que se ha visto reducido hoy en día a unas 700 horas (Besselaar, 1999)<sup>305</sup>.

**Productividad Laboral sobre el Algodón: (Horas operativas para procesar 100 libras)**

Hiladero manual Indio	50.000
Máquina Crompton (1780)	2.000
Máquina 100-Husos (1790)	1.000
Máquinas alimentadas por energía (1795)	300
Máquinas Automáticas – Roberts (1825)	135
Maquinas actuales de mayor eficiencia - (1990)	40

Fuente: Jenkins (1994)

El impacto de la innovación sobre el empleo se refleja en dos aspectos: la cuantía de empleo y su calidad. El efecto sobre la cuantía de empleo se refiere a la generación o destrucción de puestos de trabajo debido a la innovación. La interpretación de tal efecto como positivo o negativo esta directamente ligado a la cuestión de la innovación como instrumento para la creación de riqueza, tiempo libre y ocio. La reducción continua de la jornada laboral en los países más avanzados – de forma paralela a un crecimiento enorme de la productividad - se ha visto compensado mediante un aumento del bienestar y la renta per capita de gran parte de la población. Es decir, la interpretación de las consecuencias de la reducción de empleo depende de la distribución (des)equilibrada de la renta (producción) entre la población y el impacto (des)igual de la distribución geográfica del desempleo (países y regiones).

El impacto de las nuevas tecnologías sobre la calidad del empleo se refiere a los requisitos del capital humano, la seguridad y salubridad del trabajo y el nivel de satisfacción del trabajador. Un concepto que relaciona tanto los efectos cuantitativo y cualitativo sería el del “desempleo tecnológico”. Este tipo de desempleo indica el desajuste de la distribución funcional entre la demanda de empleo y la oferta en el mercado laboral debido a los requisitos de formación y cualificación del trabajador desempleado. Es decir, los mecanismos de compensación no

<sup>304</sup> Otras revisiones del mismo tema –y frecuentemente utilizada en este trabajo- ofrecen Vivarelli, 2007; Tether et al, 2005 y Pianti 2005.

<sup>305</sup> Se trata de datos de 6 países: Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, Francia, Suecia y Holanda.

funcionan o solo funcionan parcialmente ya que los obreros expulsados de ciertos sectores no son aptos para poder satisfacer las funciones en los sectores emergentes.

La literatura teórica y empírica actual no ofrece conclusiones claras ni un modelo generalmente aceptado respecto a los efectos de la innovación sobre el empleo. Lo que se debe, entre otros, a su diversidad respecto a la forma de analizar estos temas o el nivel de análisis. Existen importantes diferencias geográficas del impacto de la innovación sobre el empleo que no se detectan en estudios parciales. Es decir, los estudios que se limitan a analizar los efectos a nivel de empresa, sectores o de un país o una región no tienen en cuenta los efectos globales o macroeconómicos. Además resulta difícil separar el impacto de la innovación respecto a otros factores que influyen sobre la cantidad y calidad de empleo, como el comercio y la especialización internacional.

Para analizar el impacto de la innovación sobre el mercado de trabajo distinguimos, analíticamente hablando, entre la innovación de proceso y de producto. El objetivo de la innovación de proceso es convertir la producción en una actividad más eficiente (mediante el ahorro en trabajo, capital o energía) o más fiable (asegurar la calidad de los productos). Mientras que el desarrollo de un nuevo producto busca mantener o ampliar un mercado existente o generar nuevos mercados. La diferencia entre ambos conceptos no siempre es clara. Lo que es un nuevo producto para el sector de maquinaria se convierte en un nuevo proceso de producción para los compradores. Además, la innovación de producto y de proceso está directamente relacionada. Las mejoras en los productos requieren normalmente cambios en los procesos y la organización de la producción y al revés, la introducción de un nuevo producto implica, en general, el desarrollo simultáneo de una nueva línea de producción. Además, en el sector servicios en muchas ocasiones sería casi imposible aislar el producto del propio proceso. A pesar de estos pormenores conceptuales, se pueden generalizar, en cierto modo, los posibles efectos de ambas formas de innovación sobre el mercado de trabajo. La estrategia competitiva basada en precios enfocada hacia la disminución de costes, implica innovación de proceso, a menudo acompañado con una destrucción de empleo. Mientras que la competición a base de innovación de productos tiene un efecto sobre el empleo menos evidente. Los efectos sobre el empleo de ambas estrategias son bien distintos y, por ello, en este trabajo se revisarán ambos aspectos en secciones distintas.

El análisis del impacto de la innovación sobre el empleo a nivel macroeconómico cuenta con dos escuelas teóricas. Por un lado existe la visión neoclásica basada en los mecanismos de compensación que aseguran la recuperación de empleo que se pierde debido a la innovación. Existirían diversos efectos opuestos sobre el empleo donde los posibles efectos negativos (destrucción de empleo) se ven (parcialmente) compensados por efectos positivos en forma de creación de empleo (mecanismos de compensación). Según esta teoría los trabajadores son universales y se pueden emplear en cualquier sector o tipo de trabajo. El mecanismo del mercado basado en los precios del trabajo (salarios) que depende de la oferta y demanda de empleo asegura a medio plazo un pleno empleo. En general esta teoría asume que la introducción de nuevos productos tiene un efecto positivo sobre el empleo mientras que el efecto de nuevos procesos de producción tendrá un efecto no determinado que dependería de cada situación. Una teoría más reciente es la visión evolucionista (schumpeteriana) que reconoce los problemas en el mercado de trabajo generado por el proceso tecnológico. Según esta teoría existe desempleo tecnológico que se debe al desajuste entre la formación de los trabajadores expulsados de sectores tradicionales y los requerimientos de capital humano en los sectores innovadores emergentes.

A continuación se analizan los mecanismos de compensación respecto a la innovación de producto y proceso (secciones 2 y 3) seguido por una revisión teórica desde la perspectiva evolucionista. La sección 5 recoge una discusión del impacto de la innovación sobre los aspectos cualitativos del empleo y los requerimientos del capital humano y la sexta sección ofrece una revisión de la literatura empírica así como unos comentarios finales.

## **2. Innovación de producto y empleo**

Uno de los mecanismos de compensación básicos mencionados en la literatura sería el hecho de que la creación de nuevos productos generaría también nuevos puestos de empleo en los sectores productivos emergentes. Los nuevos productos aumentan la variedad o calidad abriendo nuevos mercados que también implicarían un mayor nivel de producción y empleo. Además, estos serían intensivos en trabajo ya que, debido a la novedad de estos productos, el proceso de producción todavía no está estandarizado.

Esta idea general está condicionada a las características específicas de los nuevos productos y de la estrategia empresarial que hay detrás de ellos. El objetivo de la estrategia de innovación de producto puede enfocarse; (A) a la apertura de nuevos mercados o el aumento de la cuota del mercado, (B) a la reactivación de un mercado saturado a base de innovaciones incrementales o radicales, o (C) a impedir la imitación de los productos actuales mediante la innovación continua e incremental manteniendo así la competitividad respecto a otras empresas del sector. El efecto de cada una de estas posibles estrategias puede ser muy distinto y algunos nuevos productos pueden responder a más de uno de los tres objetivos estratégicos mencionados.

Para medir el efecto sobre el empleo de los nuevos productos enfocados hacia la apertura de nuevos mercados o una mayor cuota de mercado se deben analizar el producto y el mercado en que compete. Por ejemplo la introducción del Tetrabrick como envase de líquidos –un producto de alto nivel tecnológico- implicaba la creación de nuevas fábricas pero al mismo tiempo sustituyeron los envases antiguos (las botellas de cristal) y provocaron el cierre parcial de las fábricas correspondientes. Además, un nuevo producto no solo sustituye al producto antiguo por sus mejores prestaciones, sino porque en muchos de los casos va acompañado de un proceso productivo más competitivo cuya reducción de los costes de producción podría ir acompañada con una disminución del empleo. En realidad resulta difícil imaginar un producto nuevo que no compita de forma indirecta con productos existentes. El problema es que los estudios miden en general los efectos en una sola empresa, sector o país sin estudiar a fondo la reducción del empleo en empresas de otros sectores ni la deslocalización del empleo hacia nuevos sectores, regiones o países. Una segunda estrategia de innovación de producto estaría enfocada hacia la reactivación de un mercado saturado. En este caso el efecto sobre el empleo será positivo ya que en realidad se mantiene o se recupera el nivel de empleo antiguo. Es decir, aunque las estadísticas no reflejarán un aumento de empleo, existe una creación de empleo encubierta ya que en realidad estos tipos de innovaciones evitarían la pérdida de empleo. El efecto neto de esta estrategia depende de las diferencias en el nivel de intensidad en trabajo del producto antiguo y del que lo sustituye. Una tercera estrategia basada en el desarrollo de nuevos productos sería la innovación continua e incremental para evitar la imitación de los productos, manteniendo así la competitividad respecto a los competidores. En realidad se trata aquí de la diferencia entre las empresas innovadoras versus las imitadoras. El efecto sobre el empleo resulta ser mínima ya que se trata de un proceso de innovación incremental que implica la sustitución continua de un producto existente. Puede ser que algunas innovaciones impliquen productos más intensivos en empleo que otros, pero en general parece que se trata de alteraciones pequeñas. Como se deriva de lo anterior, no se puede generalizar el impacto de los nuevos productos, ya que son muy distintos entre sí por lo que el impacto sobre el empleo diverge mucho. Pueden generar nuevos mercados y demandas (bienestar) o simplemente sustituir productos ya existentes (efecto de sustitución) lo que disminuiría su impacto positivo sobre el empleo en términos macroeconómicos (Katsoulacos, 1986; Pianti, 2001).

## **3. Innovación de proceso y los “mecanismos de compensación”.**



### **3.1 Creación de empleo en el sector “maquinaria y herramientas”**

La especialización y la división del trabajo también se han hecho patente en el diseño, creación y montaje de los “procesos de producción”. Es decir, donde antiguamente muchos artesanos o empresas diseñaban y creaban sus propias herramientas, actualmente la mayoría de las empresas compran su maquinaria, instrumentos,... en el mercado. No sólo ha emergido el sector de maquinaria y equipamiento sino que se han generado sectores derivados que se dedican al servicio técnico, formación y mantenimiento de maquinaria y equipos. Es decir, donde la innovación de proceso expulsa empleo en los sectores usuarios de maquinaria al mismo momento existe un mecanismo de compensación ya que se crea empleo en los nuevos sectores de bienes de equipo (Say, 1964, P. 87). Pero este mecanismo de compensación resulta difícil de mantener o defender. Es verdad que la innovación de proceso genera empleo en el sector de maquinaria, equipamiento e informática, pero al mismo momento destruye empleo en los sectores que lo utilizan (Edquist, Hommen, McKelvey, 2001). Debe ser claro que el efecto neto sobre la cantidad de empleo debe ser negativo. Es decir, para que la construcción de maquinarias sea beneficiosa la creación de empleo (que sería parte de los costes para crear el nuevo producto) debe ser menor a los beneficios en términos de un ahorro de empleo en el sector que utiliza esta nueva maquinaria (Marx, 1969, P. 551).

El objetivo de la introducción de nuevas máquinas puede deberse a una ampliación (nuevas inversiones) o a la sustitución de máquinas obsoletas. En el primer caso podría aumentarse el empleo en el sector de maquinaria y el de los usuarios, mientras que en el último posiblemente no existe compensación ninguna (Freeman, Clark y Soete, 1982). Al contrario, la sustitución de antiguas máquinas posiblemente mantiene el empleo en el sector de maquinaria pero suele ir acompañada con una modernización y aumento de productividad en el sector donde se emplean las nuevas máquinas con la pérdida de puestos de empleo correspondientes.

### **3.2. La reducción de precios como fuente de una mayor demanda**

Según los neoclásicos la introducción de innovaciones de proceso genera un descenso en los costes unitarios que se traduciría -en mercados perfectamente competitivos- en una reducción de los precios. Este a su vez estimularía la demanda (doméstica e internacional) y por consiguiente se requiere un mayor nivel de producción con la creación del empleo correspondiente. Este mecanismo se basa en el principio de la Ley de Say, donde en un mundo perfectamente competitivo la oferta genera su propia demanda y el cambio tecnológico toma parte en este proceso de auto-ajuste (Vivarelli, 2007). El problema con que se enfrenta este mecanismo es la debilidad del efecto compensatorio. El efecto directo de las tecnologías que ahorran trabajo es el descenso de la demanda agregada debido a la pérdida de poder de compra de los trabajadores despedidos (Malthus, 1964, Vol. II; pp551-60; Sismondi, 1971, P. 284; Mill, 1976, P. 97). Por lo que los efectos indirectos en que se basa este mecanismo deben neutralizar o superar a medio/largo plazo la pérdida inicial de la demanda. Además, este mecanismo se basa en la teoría neoclásica pero en un régimen de oligopolio se podría trasladar las ganancias en productividad (o reducción de costes) hacia los beneficios. Lo que implica la ausencia de la reducción de precios, por lo que no aumentaría la demanda (Silos Labini, 1969, P.160). Otras razones para que no funcionara este mecanismo de compensación sería en el caso de que los ahorros en costes se trasladen -debido a una posible escasez en el mercado de empleo- a un aumento de los salarios de los trabajadores, o en el caso de que la elasticidad de precio del producto respecto a la demanda sea muy baja.

### **3.3. Los beneficios extraordinarios implican un mayor nivel de inversión**

Otro mecanismo de compensación que contrasta en cierto modo con el anterior se basa en un retraso de la reducción de los precios. La traslación tardía de la disminución de costes -basado en la innovación de procesos- en los precios, generaría beneficios temporales extraordinarios que -en un mercado perfecto en términos neoclásicos- implicaría nuevas inversiones que compensarían parcialmente la pérdida de empleo. (Ricardo, 1951, Vol. I P. 396; Marshall 1961,

P. 542). También este mecanismo se basa en la Ley de Say, donde todos los beneficios se dedican a nuevas inversiones. Pero este mecanismo tampoco es automático y depende de las oportunidades en el mercado, de las expectativas de beneficios y de las decisiones personales de los empresarios. Pero incluso en el caso que todos los beneficios extraordinarios se destinen a nuevas inversiones, el efecto final depende de la orientación de estas inversiones. Estas podrían estar enfocadas hacia actividades intensivas en capital -por lo que la compensación solo sería parcial- o hacia la innovación de procesos, reduciendo así el empleo. Sólo en el caso de que estas innovaciones se dirijan hacia tecnologías intensivas en trabajo o hacia nuevos productos se podría generar un aumento de la demanda de empleo.

### **3.4. La reducción de los salarios genera inversiones intensivas en trabajo**

Otro mecanismo de compensación se basaría en la reducción de los salarios. Según la visión típica neoclásica la expulsión de empleo genera desempleo que a su vez implica una reducción salarial. Este menor coste salarial implicaría una renovación del interés en tecnologías intensivas en trabajo e incentivaría a los empresarios a contratar de nuevo empleo e invertir en tecnologías intensivas en trabajo. Es decir, el efecto de la menor demanda generada por la reducción de los salarios puede neutralizarse por la contratación de nuevos trabajadores motivada precisamente por la reducción salarial (Vivarelli, 2007) Este mecanismo contrasta con la Teoría Keynesiana de demanda efectiva. Es verdad que la reducción de salarios puede incentivar a contratar más empleados, pero al mismo tiempo un menor nivel salarial implica una menor demanda por lo que las expectativas económicas empeoran y se disminuirían las inversiones. La posibilidad de que un proceso productivo intensivo en capital se transforme en uno intensivo en trabajo es poco probable. Además, como se comentará más adelante, estos cambios pueden generar un “desempleo tecnológico”

### **3. 5. “El aumento de los ingresos” de los trabajadores**

En contraste con el anterior mecanismo, la teoría Keynesiana y Kaldoriana argumenta que en un mercado laboral rígido con escasez de trabajadores estos últimos también obtienen parte de las ganancias a partir de la introducción de nuevas tecnologías. Este mayor nivel de renta implica un mayor poder de compra, lo que aumentaría la demanda. Es decir, el ahorro de los costes o beneficios derivados de las innovaciones se convierte en salarios más altos, lo que a su vez se traducirá en un aumento de la demanda generando nuevas inversiones con la creación del empleo correspondiente. Este mecanismo funcionaba sobre todo en los años 50-60 en los países más avanzados -en un modelo fordista y con unos sindicatos fuertes-. En este periodo no hubo realmente una competitividad perfecta en los mercados de trabajo (escasez de trabajadores y necesidad de inmigrantes) por lo que los trabajadores se apropiaron de una gran parte de las ganancias en productividad generadas por el progreso tecnológico. El aumento de los salarios reales genera una sociedad basada en el “consumo en masa” que a su vez estimula las inversiones generando empleo y a la par ganancias de productividad y ventajas de escala (Boyer, 1988<sup>a</sup>). Las tecnologías ahorradoras de empleo han sido introducidas a gran escala pero en aquel periodo aparece una compensación muy importante mediante los “nuevos ingresos” en forma de salarios que catapultaron el consumo (la demanda). En la actualidad -desde los años 90- el mercado laboral se ha vuelto más competitivo y flexible, por lo que el mecanismo de compensación basado en el aumento de la renta agregada se ha vuelto más endeble (Appelbaum y Schettkat, 1995; Vivarelli, 2007).

## **4. Innovación y empleo: la visión evolucionista**

La teoría evolucionista reconoce el funcionamiento abstracto de los mecanismos de compensación, pero su funcionamiento no es fruto de una tendencia hacia el equilibrio en un mercado perfecto y competitivo, y ni mucho menos es automático, generando una situación de pleno empleo. En la realidad económica la situación neoclásica no existe debido a la falta de mercados laborales flexibles (salarios mínimos, los sindicatos, regulación estatal, la formación del capital humano existente). Si se tiene en cuenta el carácter acumulativo de las nuevas tecnologías y el progreso tecnológico -que se recoge en las teorías modernas del cambio

tecnológico (Rosenberg, 1976; Dosi, 1988)- se puede mostrar que las hipótesis neoclásicas de “sustituibilidad” perfecta entre capital y trabajo y la homogeneidad del capital humano no se cumplen. Las cualificaciones de los trabajadores expulsados de los sectores tradicionales no se ajustan a las necesidades o requisitos de capital humano en los sectores emergentes. Este desajuste en la formación de los desempleados (la oferta de empleo) y la demanda de empleados genera un paro llamado “desempleo tecnológico”. Siendo un problema que se añade a las mencionadas trabas relacionadas con los mecanismos de compensación

Cada revolución tecnológica implica un cambio del paradigma tecnológico, que conlleva grandes cambios donde se crean y destruyen un gran número de puestos de trabajo y donde existen grandes diferencias entre los puestos de trabajo creados y destruidos. Lo que genera una fricción entre los conocimientos, destrezas y habilidades de los expulsados de los sectores productivos en declive respecto a las necesidades de recursos humanos en los sectores emergentes. Es decir, se requiere un ajuste, del mercado de trabajo y durante el tiempo que requiere este ajuste se genera el llamado “desempleo de fricción o tecnológico”- y su duración depende de en que medida los trabajadores expulsados son capaces de “reciclarse” para los sectores nuevos.

De hecho, las teorías modernas del mercado de trabajo y el paro distinguen entre dos conceptos o tipos de desempleo. El primero sería el desempleo coyuntural debido a la falta temporal de demanda, relacionado con el ciclo económico, que impide llegar al pleno empleo. Por otro lado existiría el desempleo estructural que depende de cambios estructurales en el sistema productivo. Este tipo de desempleo persiste en momentos de coyuntura económica alta debido a problemas estructurales en la vida económica y social y un mercado laboral inflexible. La estructura de producción es tecnológicamente tan inflexible que a pesar de los salarios decrecientes el mercado de trabajo no absorbe a los desempleados. Estos no encuentran trabajo en los nuevos sectores (high-tech) debido a la falta de cualificación (educación o formación; destrezas o habilidades, y experiencia). Sobre todo las regiones mono-sectoriales especializadas en aquellos sectores desplazados estarían más afectadas por el cambio tecnológico.

## **5. Los efectos de la innovación sobre la calidad del empleo**

### **5.1. Calidad de empleo: Conceptos teóricos**

La calidad del empleo se refiere en general a la calidad de las tareas y la función de un empleado, siendo un aspecto muy subjetivo e intangible. La calidad del empleo –y por ello el “impacto cualitativo” de la innovación- es un concepto muy amplio que se refiere al efecto; (1) sobre las destrezas de los trabajadores (nivel de estudios, tiempo de formación y entrenamiento y habilidades), (2) sobre la necesidad de razonamiento respecto a temas complejos, (3) sobre la seguridad y salubridad, (4) sobre la autonomía versus dependencia y capacidad de decisión (5) sobre el nivel de monotonía de los trabajos a realizar. Siendo aspectos que influyen sobre el nivel de satisfacción de los trabajadores. Las funciones consideradas de baja cualificación son en general tareas estandarizadas (simples y repetitivas) sin autonomía propia que no requieren de formación especial (trabajo no cualificado) donde se aprende rápido. Este tipo de trabajo requiere realizar la tarea de forma exacta en un tiempo limitado y preestablecido. El trabajo cualificado requiere un cierto nivel de estudios para realizar tareas complejas -no estandarizadas- donde se tienen que tener en cuenta de forma simultánea múltiples aspectos. Lo que requiere un razonamiento para tomar decisiones a partir de una visión global e integral. El empleado cualificado pasa un tiempo largo de aprendizaje y experiencia, y esta altamente valorado. Para una interpretación correcta de los conceptos se debe aclarar que el “empleo de calidad” no siempre es igual a empleo cualificado y ni empleo cualificado implica directamente empleo de calidad. La calidad del empleo parece tener una alta correlación con la cualificación pero también depende de las características específicas de los puestos de trabajo. Un trabajo

para el que se requiera una cualificación alta, puede convertirse después en un trabajo bastante monótono y/o duro, con poca autonomía para el trabajador incluso de baja calidad. Mientras que otros puestos de trabajo de poca cualificación puede ser más llevadero. Aunque en los estudios empíricos se suele utilizar la cualificación –junto con el nivel del salario- como indicador de calidad.

En la discusión sobre el desempleo tecnológico ya se ha dejado claro que existen cambios estructurales respecto a los conocimientos y las destrezas y habilidades de los trabajadores. En esta sección se analizará si este cambio –generado por la innovación y el cambio tecnológico- esta relacionado con la calidad del trabajo. Existen autores que argumentan que el actual proceso de innovación esta sesgado hacia el trabajo cualificado sustituyendo al trabajo poco cualificado. Lo que contrasta con el proceso de industrialización cuya división del trabajo convertía la producción artesanal en tareas simples poco cualificadas (Braverman, 1974)

Desde una aproximación histórica Touraine (1962) distingue entre tres fases tecnológicas en el proceso de industrialización. En la fase preindustrial existe el trabajador artesanal altamente cualificado (profesional o experto) que realiza –con la ayuda de un aprendiz- todo el proceso productivo para crear un bien utilizando sus habilidades con la aplicación de herramientas o pequeños instrumentos. Este trabajador artesanal fabricaba productos desde la primera fase hasta la última realizando casi todas las tareas con un gran nivel de autonomía con la ayuda de algunos aprendices (con un largo periodo de formación y aprendizaje). La industrialización introduce la mecanización inicial y división del trabajo donde se convierte o desplaza al trabajador artesanal altamente cualificado en un obrero poco cualificado (trabajador o operario de máquinas) cuyas actividades son simples, repetitivas y cíclicas que apenas requieren tiempo de aprendizaje, y su trabajo esta organizado alrededor de la línea de producción (Producción en cadena). Lo que disminuye su autonomía y aumenta el carácter monótono. La división en el trabajo no sólo se refiere a la fabricación del producto, sino también a la planificación, mantenimiento, control de calidad etc. Generando así una diversificación en las habilidades y conocimientos requeridos por parte de los trabajadores, donde se distinguen entre trabajadores o “operarios simples o de rutina” y aquellos trabajadores que revisan el trabajo y toman las decisiones para lo que se requiere más conocimiento y aprendizaje. Este será un primer paso en la polarización del trabajo en tareas simples (repetitivas y monótonas) versus actividades cualificadas (Braverman 1974). La tercera fase mencionada por Touraine sería la automatización de las actividades rutinarias. Es decir, las máquinas no sólo realizan el proceso de producción, sino que también la fase de control y conducción se encuentran automatizadas. Sectores donde se ha aplicado esta sustitución de forma intensiva, serían la refinería petroquímica; la producción en cadena de coches o la fábrica de botellas de cristal. En este caso el operario no cualificado tiene un papel cada vez menor y se ha visto en gran parte sustituido por personas con cualificación informática lo que se podría llamar la profesionalización de la producción.

Una clasificación parecida a nivel del sistema productivo, nos la ofrece Woodward (1958) que indica que existen simultáneamente tres formas o tipos de producción. El primero sería la producción de lotes (series pequeñas) –durante la introducción de nuevos productos o productos personalizados- que requieren más trabajo por parte de personas cualificadas. El segundo tipo sería la producción en masa o de series grandes (producción en cadena) con la participación de un gran número de operarios. Y el tercer tipo sería la producción en forma de procesos continuos controlados por unos pocos trabajadores cualificados. Donde las fases tecnológicas de Touraine serían un concepto global puesto en una perspectiva histórica en el tiempo, la clasificación de Woodward estaría relacionada con el ciclo de vida del producto o un sector. Es decir, parece que tanto a nivel global como para cada una de las industrias o productos, conviven estas tres fases (ciclo de vida de un producto o sector productivo) de forma simultánea, donde cada una de ellas implica una actividad innovadora distinta. La primera fase implica la innovación del producto, donde aparece la figura de un inventor creativo acompañado por ingenieros y especialistas que desarrollan un prototipo. En esta fase de introducción de un

nuevo producto la producción –a pequeña escala- se realiza de forma casi “artesanal” y requiere personal cualificado. Una vez que se comercializa el nuevo producto se inicia el proceso de mecanización y división del trabajo. Para que este proceso sea rentable se requiere un mercado de un tamaño considerable, así como de la estandarización del producto en elementos aptos para su producción en serie, a base de trabajo poco cualificado. Es decir, en los distintos momentos de vida de un producto parece que se mejoran o empeoran las cualificaciones necesarias para el sistema productivo. Pero esto no implica que todos los trabajadores participen de la misma forma. En una empresa grande o multinacional conviven productos en distintas fases del ciclo del producto y en cada una de estas fases hay trabajadores que se dedican de forma específica a tareas cualificadas y otros que son operarios o trabajadores a destajo que siempre se dedicarán a trabajo simple y repetitivo.

## 5.2. Estudios empíricos y problemas metodológicos

### 5.2.1. Efectos sobre la cuantía del empleo<sup>306</sup>

Los estudios que analizan el impacto de la innovación sobre el empleo ofrecen en general resultados muy dispersos, poco concluyentes y la mayoría sólo son análisis parciales. Estos estudios chocan con muchos problemas metodológicos y prácticos debido al gran número de factores que influyen sobre la demanda del empleo. En general los estudios empíricos indican que la innovación en productos genera empleo<sup>307</sup> mientras que la innovación en proceso destruye empleo<sup>308</sup> (Tether, 2005; Vivarelli, 2007). Aunque otros estudios –especialmente los de nivel micro – indican que ambos tipos de innovación crean empleo (Pej. Greenan/Guellec, 2000).

Respecto a la innovación de producto diversos estudios<sup>309</sup> indican un efecto positivo sobre el empleo especialmente visible a nivel micro<sup>310</sup> aunque no todos los estudios de este tipo lo confirman<sup>311</sup> (Vivarelli, 2007; Pianta 2005). Los estudios micro no son concluyentes ya que sólo revelan una parte marginal de los efectos y no analizan el efecto a nivel sectorial o sobre el mercado laboral global (Katsoulacos, 1986). Como conclusión parece demostrado que las empresas más innovadoras son las que crean más trabajo, ampliando sus mercados pero a costa de empresas no innovadoras, lo que podría implicar un efecto neto, neutral o incluso negativo sobre la cuantía de empleo. También los estudios a nivel sectorial reflejan resultados muy diversos. Greenan y Guellec (2000) indican que los efectos positivos a nivel de empresa desaparecen realizando el mismo análisis a nivel sectorial. Aunque otros trabajos a nivel industrial indican una la relación positiva entre innovación de producto versus creación de empleo (Meyer-Krahmer, 1992; Antonucci y Pianti, 2002; Pianti, 2005).

Donde existe menos dispersión en los resultados es en lo que respecta a la relación negativa existente entre innovación de proceso y destrucción de empleo, aquí la gran mayoría de los estudios confirman este impacto.

Para la correcta interpretación de los resultados de los estudios empíricos se deben tener en cuenta los múltiples problemas metodológicos. Los estudios empíricos resultan ser muy

---

<sup>306</sup> Revisiones de la literatura se ofrece en Chennel van Reenen (2002), Spiezia y Vivarelli (2002) y Tether et al (2005) Una revisión de los estudios empíricos en español se recoge en Heijs (2008).

<sup>307</sup> Véanse entre otros Meyer-Krahmer, 1992; Smolny, 1998; Greenan y Guellec, 2000; Antonucci y Pianti, 2002; Pianti 2005

<sup>308</sup> Véanse entre otros Meyer-Krahmer, 1992; Antonucci y Pianti, 2002; Pianti

<sup>309</sup> Freeman, Clark and Soete, 1982; Freeman and Soete, 1987; Freeman and Soete, 1994; Vivarelli and Pianta, 2000; Edquist, Hommen and McKelvey, 2001

<sup>310</sup> Entorf and Pohlmeier, 1990; Machin y Wadhvani, 1991; Blanchflower Millward y Oswald, 1991; Blanchflower/Burgess, 1999.

<sup>311</sup> Brouwer, Kleinknecht and Reijnen, (1993) Norway, Klette y Forre, (1998)

limitados en el sentido que suelen recoger sólo efectos directos, a corto plazo y parciales dejando fuera de su ámbito analítico múltiples cambios en el empleo de otras empresas, países, sectores o los efectos a muy largo plazo.

A continuación se reflejan los principales problemas metodológicos.

1.El efecto global de la innovación sobre la cantidad de empleo depende de las circunstancias y del ciclo económico de cada momento que resulta muy distinto según la época histórica estudiada. De hecho, resulta difícil o imposible aislar el efecto del progreso tecnológico de los otros aspectos que influyen sobre el empleo (Coyuntura cíclica; liberalización del comercio internacional, configuración institucional del mercado de trabajo; reducción de la jornada laboral, etc...)

2.Muchos estudios manejan una perspectiva analítica a corto plazo, lo que los convierte en estudios parciales. Los efectos a corto plazo son muy diferentes que las implicaciones a medio o largo plazo. Pero la complejidad de la relación entre empleo e innovación a largo plazo (basados en mecanismos indirectos) dificulta su análisis.

3.La falta de un modelo teórico se ha visto acompañado por la falta de datos estadísticos fiables. Aunque dispusiéramos de un modelo teórico, no se dispone de indicadores inequívocos de la innovación. Existen algunos datos respecto al proceso innovador, pero se carece de información fehaciente de los aspectos intangibles del conocimiento y su proceso de difusión.

4.Los efectos son muy distintos según el nivel de análisis (micro, sectorial o macro) ya que la creación de empleo detectado en un país o sector puede implicar la destrucción en otros países o sectores. Gran parte de los estudios analizan un solo producto o sector y no explican si las ganancias de empleo se obtienen a costes de los competidores o la sustitución de productos existentes (maduros), lo que impide saber el efecto neto -a nivel agregado- del empleo industrial, sesgando seriamente las conclusiones (Pianti, 2005, P. 576)

5. Cabe destacar que la mayoría de los estudios analizan países desarrollados de salarios altos y no analizan los cambios estructurales y tampoco recogen en sus conclusiones la deslocalización de la producción intensiva en empleo hacia países de salarios bajos.

6.Apenas existen estudios empíricos que comprueban el funcionamiento real de los “mecanismos de compensación” ya que la relación empleo - innovación es mucho más compleja que la “realidad clínica y abstracta” propuesta por los neoclásicos (Vivarelli, 2007).

Por todo ello, los resultados de los estudios empíricos son pocos concluyentes. Ni a nivel teórico ni en los estudios empíricos existe un acuerdo mínimo sobre los posibles efectos finales (Vivarelli, 2007). Existe un acuerdo implícito, que el progreso tecnológico crea bienestar pero la destrucción del empleo se oculta detrás de la evolución de la población, la redistribución del empleo (reducción de la jornada laboral y trabajo a tiempo parcial) o de relocalización sectorial o geográfica.

## **5. 2. 2. Calidad y cualificación del empleo: estudios empíricos**

La medición de la calidad del trabajo no es fácil ya que este concepto es difícil de definir y tiene una alta carga subjetiva, por otro lado, su medición debería basarse en indicadores más objetivos posibles. La calidad del empleo se analiza a partir de los cambios en el tiempo de la composición de destrezas y habilidades. Para medir la calidad se utilizan en los estudios empíricos indicadores indirectos, siendo el más utilizado el nivel de cualificación o el nivel salarial. Aunque, como ya se ha comentado, el concepto de calidad contiene muchos más aspectos (autonomía, capacidad de decisión, monotonía etc...). El efecto de la innovación sobre la calidad del empleo es muy heterogéneo. Se pueden observar efectos diferenciados y contradictorios que concurren simultáneamente en diferentes sectores o incluso en empresas del mismo sector.

Es decir, la misma tecnología puede introducir al mismo tiempo una mejora de la calidad en un sector y empeorarla en otro sector. (Manning, 2004). Existe un amplio conjunto de estudios empíricos que han analizado el efecto de la innovación y el cambio tecnológico sobre la calidad

## Aspectos seleccionados Aprendizaje, competitividad y empleo

del trabajo. La metodología y los indicadores utilizados han sido muy dispersos y las conclusiones de los estudios han sido muy diversas. Esto no debería sorprendernos ya que los distintos efectos de la innovación dependen a su vez de muchos aspectos, como son; el momento histórico, el ciclo económico, el ciclo de la vida del producto, el tipo de país y sus instituciones y las decisiones empresariales.

**Tabla 2. Innovación y calidad del empleo: resultados globales de estudios empíricos**

Estudios que utilizan la cualificación de los trabajadores como indicador de la calidad						
Autores y indicador para la cualificación	Periodo	Mejora	Neutral	Deterioro	Polarización	Tipo de tecnología, país y nivel de análisis
Van Hoof (1987)	1960-70			+++	Divergencia	Holanda, Puestos laborales
Weggelaar (1984)				+++		Holanda, Puestos laborales
Capelli (1992)		+++			Divergencia *	
Capelli (1997)	1978-86	+++ <sup>312</sup>		+++		
Capelli/Rogovsky (1994)		+				Mejoras marginales
Wright/Singleman (1982)	1960-70	+++			Divergencia *	
Huijgen (1983/1989)	1960-71 1971-77 1977-85	+++  +++	+++		Divergencia Convergencia Divergencia	Holanda
Huijgen/Pot (1988)					Divergencia	Holanda
Berman et al (1998)		+++				Micro y sector
Levy/Murmane (1996)		+++				Micro y sector
Doms/Troske (1997)		+++	+++			TIC, micro
Mairessa et al (2001)		+++				TIC, micro
Berman et al (1994)		+++				TIC, sector
Autor et al (1998)		+++				TIC, sector
Falk et al (1999)		+++				TIC, USA, sector
Di Nardo/Pischke (1997)			+++			TIC, Germany
Bresnahan (1999)						TIC
Howells (1996)	Años 70 Años 80				Divergencia Div. marginal	
Diferencias salariales como indicador indirecta de la calidad <sup>313</sup>						
Juhn et al (1993)	1963-89	+++			Divergencia <sup>a</sup>	USA
Krueger (1993)	1984-89	+++			Divergencia <sup>a</sup>	USA, micro
Dickerson/Green (2004)	1997-01	+++				
Goos/Manning (2003)	1975-99				Divergencia <sup>o</sup>	UK
Bound/Jonson (1992)	Años 80				Divergencia <sup>a</sup>	

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios mencionados <sup>o</sup> Polarización donde nuevas tecnologías incentivan la desaparición de los trabajos de la cualificación intermedia y el aumento del empleo de baja y alta cualificación <sup>a</sup> Polarización con una desigualdad creciente de los salarios debido al cambio tecnológico \* Divergencia en el sentido que se sustituye empleo de baja calidad por empleo cualificado

Otros autores reflejan tendencias generales. Como ya indicamos, al inicio de la revolución industrial se sustituyó el trabajo artesanal –altamente cualificado– por operarios pocos cualificados (Touraine, 1962; Goldin/Katz, 1998; Manning, 2004). Más tarde el “toyotismo” japonés (puestos de trabajo basados en “habilidades y tareas múltiples” y los círculos de

<sup>312</sup> Las tareas en la industrias y los trabajos contables mejoran su calidad y las del comercio empeoran

<sup>313</sup> Se analizan aquí el aumento salarial que sería un indicador de una mayor calidad

calidad)<sup>314</sup> introduce un mayor nivel de exigencia, cooperación y compromiso donde los trabajadores recuperan cierto nivel de autonomía y poder de decisión aumentando la calidad del trabajo. Otra tendencia general -reflejada en un conjunto de estudios- sería la polarización de las cualificaciones requeridas en un solo sector o empresa donde las nuevas máquinas destruyen o sustituyen el trabajo no cualificado y aumentan al mismo tiempo el trabajo cualificado (Duranton, 2003; McLoughlin/Clark, 1994) teniendo como consecuencia en muchos casos la desaparición de puestos de trabajo a nivel intermedio (Goos/Manning, 2003).

Cabe mencionar que los distintos estudios han definido la polarización de forma muy distinta, a saber; 1) la desaparición de los puestos intermedios, 2) la pérdida de calidad de los puestos pocos cualificados y la ganancia de calidad (cualificaciones) del trabajo cualificado, 3) la mayor desigualdad en salarios.

Otra tendencia observada ha sido la sustitución del empleo poco cualificado por puestos más cualificados. Pero al mismo tiempo aquellos puestos más cualificados, pierden en calidad.

La tabla dos refleja los resultados globales de un conjunto –aunque no exhaustivo- de estudios empíricos<sup>315</sup>. Como se puede observar los resultados son muy dispersos y difieren en varios puntos como son; el nivel de análisis, el periodo temporal, el tipo de tecnologías o el tipo de empleo analizado y, como muestra Huijgen (1983/1989), incluso para el mismo tipo de empleo se han encontrado tendencias distintas según el periodo de tiempo analizado.

Además de la heterogeneidad de los resultados, existen autores que cuestionan que la mayor calidad del empleo realmente se debe a la introducción de nuevas tecnologías. Aunque existe una correlación estadística entre ambas variables esto no implicaría una relación causal. No está claro que las nuevas tecnologías generen empleo de mayor calidad o que la correlación se deba a que el personal más cualificado sea el primero en utilizar las nuevas tecnologías. Otros autores sostienen que las nuevas tecnologías se utilizan más en centros de producción con empleados cualificados pero no aumentan las destrezas y habilidades necesarias (Doms, Dunne, Trostke, 1997). En conclusión, se pone en duda el efecto causal entre la introducción de nuevas tecnologías y la calidad del empleo ya que podría tratarse de relaciones aparentes relacionadas con variables no recogidos en los estudios<sup>316</sup>.

Los estudios empíricos que analizan el impacto de las TIC sobre el empleo cualificado, apuntan hacia un aumento del empleo cualificado en relación con la introducción de los ordenadores y la tecnología de la información (Véase tabla 2). Esta mejora se observa sobre todo en los años 80 y en los sectores donde se han introducido con mucha rapidez los microprocesadores (Berman, Bound y Machin, 1998). Pero no está claro si en los años 90 –una vez que maduraron estas tecnologías- se mantuvo la misma tendencia. La mejora y estandarización<sup>317</sup> de los programas informáticos permite trabajar con facilidad para los usuarios e implica una menor demanda de empleo cualificado (Tether et al, 2005).

---

<sup>314</sup> En este nuevo sistema productivo se han mecanizado el trabajo poco cualificado, mientras que, las tareas rutinarias se hicieron más complejas debido a la introducción de robots e informática lo que requería un mayor demanda de personal cualificado (Gilles, 1978; Rutherford, 1994; Duranton, 2003)

<sup>315</sup> Para limitar la extensión de este trabajo no se discutan a fondo los trabajos empíricos. Para una revisión de la literatura correspondiente véase Chennels y van Reenen, 2002 y Tether, 2005. En Español se puede consultar Heijts, 2008.

<sup>316</sup> Por ejemplo, Di Nardo y Pischke (1997) no analiza solo el uso de la informática sino también otros atributos como el uso del bolígrafo, lápiz, teléfono, o tiempo que el empleado está sentado. Sus estudios encuentran relaciones parecidas que en el caso del uso de ordenadores por lo que concluye que será una relación aparente causado por otros factores.

<sup>317</sup> Por ejemplo la importancia de manejar alguna “lengua informática” ha desaparecido debido a la introducción de los menús desplegables estandarizados (Pej. los programas de la familia Microsoft o el SPSS), los programas interactivos para crear gráficos, tablas y la mayor fiabilidad de los programas integradas de CAD/CAM.



Otro aspecto ampliamente analizado es la polarización del mercado laboral. También en este caso se han detectado muchas diferencias según el periodo o país analizado (véase tabla 2). Parece que esta tendencia se observa de forma sobre todo en EE. UU. y el Reino Unido, mientras que en Europa continental esta dualización es menos acentuada ya que el papel de los sindicatos en estos países es más fuerte (Tether et al. , 2005).

## 6. Comentarios finales

Como se puede derivar de las secciones anteriores no existen respuestas claras sobre el efecto de la innovación sobre la calidad y cantidad de empleo. Este impacto sobre la cuantía diverge, entre otros, según el tipo de innovación, la coyuntura económica y las circunstancias estructurales e institucionales. Además las innovaciones pueden desviar los puestos de trabajo de un país o región a otro lo que complica el análisis global de la creación o destrucción en términos netos. Tampoco los estudios del efecto sobre la calidad del empleo resultan de todo concluyentes ya que el efecto depende de muchas de las circunstancias del momento de la introducción de las nuevas tecnologías.

Los estudios empíricos han mostrado que en los años 80-90 se han visto en los países más desarrollados una mejora de la calidad de empleo a nivel nacional. Los cambios estructurales han expulsado el empleo no cualificado de los sectores tradicionales mientras que los sectores de media y alta tecnología –con mayor intensidad de trabajo cualificado- han ganado peso. Al mismo tiempo parece que existe una polarización donde el empleo de cualificación intermedia ha disminuido, generando un mercado laboral dual. Aunque estos resultados no son del todo indiscutibles (Besselaar, 1996; Tether et al, 2005; Vivarelli, 2007). Primero la mejora de la calidad del empleo a nivel de empresa o sector no siempre se debe a una mejora de las funciones individuales. Sino muchas veces a la supresión de las funciones menos cualificadas en combinación con un ligero empeoramiento de las funciones más cualificadas. Por lo que la mejora sólo es aparente. Además, un cambio estructural puede generar, como ya se ha mencionado, “desempleo tecnológico” donde los trabajadores expulsados en sectores tradicionales u obsoletos se convierten en desempleados estructurales a largo plazo (Besselaar, 1996). Por otro lado, este último efecto se diluye debido al periodo muy largo de la difusión plena de las nuevas tecnologías, lo que permite prevenir los cambios y planificarlos mediante la formación y medidas adicionales para evitar el desempleo tecnológico (Mark, 1987).

Parece verdad que las tecnologías y los sectores emergentes (como las TICs) generan inicialmente trabajo de mayor calidad. Al principio de una nueva revolución tecnológica no se dispone de suficiente personal especializado que sepa utilizar las nuevas tecnologías y conocimientos. Pero una vez que se haya asentado el cambio tecnológico y las tecnologías se estandarizan, se simplifican y se difunden entre los trabajadores y consumidores, los especialistas pierden su monopolio y se convierten en trabajadores normales. Entonces la necesidad de trabajadores cualificados disminuye y el proceso de mejora se convierte de nuevo en un proceso de degradación (Besselaar, 1996; Pot 1985). Eso si, este proceso cíclico puede durar en algunos casos décadas, especialmente en el caso de innovaciones radicales que promueven una revolución tecnológica.

Los estudios analizados en este trabajo ponen en relación los cambios en el empleo (calidad y cantidad) con el cambio tecnológico. Pero otros estudios ponen en duda la causalidad de esta relación, o por lo menos indican que hay otros factores importantes que afectan a la cuantía y calidad del empleo. Un primer factor sería el comercio mundial y su liberalización creciente. Este proceso genera una especialización internacional de la producción y a su vez causa un cambio estructural en los países implicados. El comercio genera una especialización y relocalización geográfica de la producción. La producción a base de empleo poco cualificado se

desvía hacia los países con salarios más bajos, manteniendo el trabajo cualificado en los países más avanzados. Este cambio estructural aumenta la calidad media del empleo en los países avanzados sin que necesariamente se mejore la calidad del empleo cualificado. Algunos autores restan importancia a este argumento. Por ejemplo Machin (2001), indica que la mayoría del comercio se realizan entre países avanzados; las crecientes desigualdades salariales se observan tanto dentro de los países avanzados como dentro de los países en desarrollo; y los sectores donde se ha observado un mayor aumento del comercio no corresponden claramente con los sectores con mayor aumento de empleo cualificado respecto al empleo no cualificado. Por último se puede señalar que también en sectores difícilmente expuestos al comercio, se ha observado una mejora en la calidad del empleo en términos de empleo cualificado (Machin, 2001).

Un segundo aspecto sería el cambio estructural debido a base de la riqueza creciente de los países avanzados, que ha causado la expansión de ciertos sectores (turismo y ocio, servicios financieros, servicios domésticos). Es decir el hecho de que aumente el poder adquisitivo de la población, la demanda se orienta más a productos más sofisticados y de lujo. Un tercer aspecto que influye sobre la cantidad y calidad del empleo sería el ciclo de vida de los productos y los sistemas productivos. La estandarización de los productos y las ventajas de escala de los mercados crecientes, incentivan a un proceso productivo intensivo en capital. Aunque se debe subrayar que el ciclo de vida del producto está directamente ligado al proceso de innovación. Es decir, el efecto sobre el empleo sería un efecto complementario y simultáneo e indisoluble del cambio tecnológico y la demanda. En cuanto un nuevo producto tenga éxito –genera una demanda suficientemente grande– se iniciará un proceso de innovación de proceso a partir de la estandarización del producto y mecanización de su producción. Esto se debe a la simplificación y estandarización de las tareas y el aumento del conocimiento general de los usuarios de estos servicios (aprendizaje colectivo). Es decir, al hecho de que las nuevas habilidades y destrezas se conviertan en un bien común.

Otro factor importante que influye sobre la cuantía y calidad del empleo son los ciclos económicos, ya que afecta directamente a la demanda. No todos los sectores son igual de sensibles a los vaivenes económicos, por lo que ciertos sectores pierden más empleo que otros. Además en momentos de dificultades económicas el ahorro y la reducción de costes (mediante innovaciones de proceso) es importante. El último factor sería el mercado laboral incluyendo la existencia de capital humano, las instituciones, los sindicatos el salario mínimo, los costes –en tiempo y dinero– del despido etc. Así como la protección de puestos de trabajo.

Concluyendo, existe un amplio conjunto de factores que influyen de forma simultánea sobre la cantidad y calidad del empleo, ya que por sí misma la innovación es un aspecto muy importante, pero no resulta ser del todo determinante.

## Referencias bibliográficas

- Acemoglu, D. (2002) 'Directed technical change', *Review of Economic Studies*, 69, pp. 781-810.
- Acemoglu, D. (2003) 'Labor- and capital-augmenting technical change', *Journal of the European Economic Association*, 1, pp.1-37.
- Akerlof, G. , and Yellen, J. (1986) *Efficiency Wage Models of the Labor Market*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Antonucci, T. and Pianta, M. 2002. Employment Effects of Product and Process Innovation in Europe, *International Review of Applied Economics*, 16, 295-307
- Appelbaum, E. and Schettkat, R.1995. Employment and Productivity in Industrialized Economies, *International Labour Review*, 134, 605-23
- Arrow, K. J. (1962) 'The Economic Implications of Learning by Doing', *Review of Economic Studies*, 29. 80, pp.155-173.
- Autor, D. H. , Levy, F. and R. J. Murnane (2003) 'The skill content of recent technological change: An empirical exploration', *Quarterly Journal of Economics*, 118, pp.1279-133.
- Autor, D. , Katz, L. and A. Kruger (1998) 'Computing Inequality: have computers changed the labour market?', *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp.1169-1213.
- Belt, V. and Richardson, R. (2005) Social Labour, Employability and Social Exclusion: Pre-employment Training for Call Centre Work, *Urban Studies*, 42. 2, 257-270.
- Berman, E. , Bound, J. and Griliches, Z. (1994) 'Changes in the demand for skilled labour within U. S. manufacturing industries: Evidence form the Annual Survey of Manufacturing', *Quarterly Journal of Economics*, 109, pp. 367.
- Berman, E. , Bound, J. and Machin, S. (1998) 'Implications of skill-biased technological change: international evidence', *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp.1245-1280.
- Besselaar, P. van den, Technology & democracy, the limits to steering; In R. Henderson Chatfield, S. Kuhn, M. Muller (eds. ), *Broadening Participation - 5th PDC*. Seattle: CPSR, 1998, p.1-10.
- Binswanger, H. P. (1978a) 'Induced Technical Change: Evolution of Thought, in H. P. Binswanger, H. P. and V. W. Ruttan (ed. ) *Induced innovation: Technology, Institutions and Development*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Binswanger, H. P. (1978b) The Micro Economics of Induced Technical Change, in H. P. Binswanger, H. P. and V. W. Ruttan (ed. ) *Induced innovation: Technology, Institutions and Development*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Bound, J. and Johnson, G. (1992) 'Changes in the structure of wages in the 1980s: an evaluation of alternative explanations', *American Economic Review*, 82, pp. 371-392.
- Boyer, R.1988A. Technical Change and the Theory of Régulation, in Dosi, G. , Freeman, C. , Nelson, R. , Silverberg, G. and Soete, L. (eds), *Technical Change and the Economic Theory*, London, Pinter, 67-94
- Boyer, R.1988B. New Technologies and Employment in the 1980s: From Science and Technology to Macroeconomic Modelling, in Kregel, J. A. , Matzner, E. and Roncaglia, A. (eds), *Barriers to Full Employment*, London, Macmillan, 233-68
- Boyer, R.1988C. Assessing the Impact of RD on Employment: Puzzle or Consensus?, paper presented at the International Conference on New Technology: its Impacts on Labour Markets and the Employment System, Berlin, December 5-7
- Boyer, R.1990. The Capital Labor Relations in OECD Countries: from the Fordist "Golden Age" to Contrasted National Trajectories, working paper CEPREMAP n. 9020, Paris
- Braverman, H. (1974) *Labor and monopoly capitalism*. New York, Monthly Review Press.
- Braverman, H. , *Labor and monopoly capital*. New York: Monthly Review, 1974.
- Braverman, H. , *Labor and monopoly capital*. New York: Monthly Review Press, 1974.
- Bresnahan, T. F. (1999) 'Computerisation and Wage Dispersion: An Analytical Reinterpretation', *Economic Journal*, 109, pp. 390-415.
- Bresnahan, T. F. , Brynjolfsson, E. and L. M. Hitt (2002) 'Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labour: Firm-level evidence', *Quarterly Journal of Economics*, 117, pp. 339-376.
- Brouwer, E. , Kleinknecht, A. and J. O. N. Reijnen (1993) 'Employment Growth and Innovation at the Firm Level: An Empirical Study', *Journal of Evolutionary Economics* 3: 153-9.
- Brouwer, E. , Kleinknecht, A. and Reijnen, J. O. N.1993. Employment Growth and Innovation at the

- Firm Level: An Empirical Study, *Journal of Evolutionary Economics*, 3, 153-59
- Bush, Van nevar (1945) *Science, the Endless Frontier*, A Report to the President by the Director of the Office of Scientific Research and Development, United States Government PrintingOffice, Washington DC. PUBLISHER?
- Cappelli, P. & Rogovski, N. New work systems and skill requirements. *International Labour Review*, 133, 1994, 2, 205-220.
- Cappelli, P. , Bassi, L. , Katz, H. , Knoke, D. , Osterman, P. and Useem, M. (1997), *Change at work*, New York: Oxford University Press.
- David Ricardo, Cambridge, Cambridge University Press, vol. 1, third edn 1821
- DiNardo, J. and Pischke, J. S. (1997) 'The returns to computer use revisited: Have pencils changed the wage structure too?' *Quarterly Journal of Economics*, 112, 291-303.
- Dobbs, I. M. , Hill, M. B. and Waterson, M. 1987. Industrial Structure and the Employment Consequences of Technical Change, *Oxford Economic Papers*, 39, 552-67
- Doms, M. , Dunne, T. , and K. Troske (1997) 'Workers, wages and technology', *Quarterly Journal of Economics*, 112, pp. 253–290.
- Dosi, G. , Freeman, C. , Nelson, R. , Silverberg, G. , Soete, L. (eds), Technical change and economic theory, London/New York: Pinter Publishers 1988.
- Duranton, G. (2003) The economics of production systems: Segmentation and skill-biased change', *European Economic Review*, 48, pp. 307-336.
- Edquist, C. , Hommen, L. and McKelvey, M. 2001. Innovation and Employment: Product Versus Process Innovation, Cheltenham, Elgar.
- Entorf, H. and Pohlmeier, W. 1990. Employment, Innovation and Export Activities J. P. Florens (ed. ), Microeconometrics: Surveys and applications, London, Basil Blackwell
- Evangelista, R. 2000. Innovation and Employment in Services, in Vivarelli, M. and Pianta, M. 2000 (eds). The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy, London, Routledge, 121-48
- Evangelista, R. and Savona, M. 2002. The Impact of Innovation on Employment in Services: Evidence from Italy, *International Review of Applied Economics*, 16, 309-18
- Faggio, G. and Nickell, S. (2005) 'Inactivity amongst Prime Age Men in the UK', CEP Discussion Paper No. 673, Centre for Economic Performance, London School of Economics
- Falk, M. (1999) Technological innovations and the expected demand for skilled labour at the firm level', ZEW Discussion Paper 99-59.
- Freeman, C. & L. Soete (eds), Technical change and full employment. London: Pinter, 1987.
- Freeman, C. , Clark, J. and Soete, L. 1982. Unemployment and Technical Innovation, London Pinter
- Freeman, C. and Soete, L. (eds) 1987. Technical Change and Full Employment, Oxford, Basil Blackwell
- Freeman, C. and Soete, L. 1994. Work for All or Mass Unemployment? Computerised Technical Change into the Twenty-first Century, London-New York, Pinter
- Freeman, C. , J. Clark, L. Soete, Unemployment and technological innovation, London: Pinter Publishers, 1982.
- FutureSkills Scotland (2005) *Skills in Scotland 2004*, Results of the Scottish Employers Skill Survey. 2004, Report available at <http://www.futureskillsscotland.org.uk/> Gilles, B. (1978) *Histoire des Techniques*, Gallimard, Paris.
- Goldin, C. , Katz, L. F. (1998) 'The origins of technology-skill complementarity', *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 693–731.
- Goos, M. , Manning, A. (2003) 'Lousy and lovely jobs: the rising polarization of work in Britain', LSE CEP Discussion Paper 604. [Also published as a chapter in Dickens, R. , Gregg, P. and Wadsworth, J. (eds. ) *The Labour Market under New Labour: The State of Working Britain 2003*, Basingstoke: Plagrave MacMillan.
- Gorman, H (2000) 'Winning Hearts and Minds? Emotional Labour and Learning for CareManagement Work', *Journal of Social Work Practice*, 14. 2, pp. 149-158
- Green, F. (2005) 'Employment, Wages and Unemployment', in Sawyer, M. (ed. ) *The UK Economy*, 16<sup>th</sup> Edition, Oxford University Press, Oxford.
- Greenan, N. (2003) 'Organisational change, technology, employment and skills: An empirical study of French manufacturing, *Cambridge Journal of Economics*, 27, pp. 287–316.
- Greenan, N. and Guellec, D. (1998) 'Firm organization, technology and performance: An empirical study', *Economics of Innovation and New Technology*, 6, pp. 313-347.
- Greenan, N. and Guellec, D. (2000) 'Technological Innovation and Employment Reallocation' *Labour* 14: 547-90.

- Greenan, N. and Guellec, D. 2000. Technological Innovation and Employment Reallocation, *Labour*, 14, 547-90
- Hall, P. H. and Heffernan, S. A. 1985. More on the Employment Effects of Innovation, *Journal of Development Economics*, 17, 151-62
- Hicks, J. R. (1932) *The Theory of Wages*, Macmillan, London.
- Hicks, J. R. 1932. *The Theory of Wages*, London, Macmillan
- Hicks, J. R. 1973. *Capital and Time*, Oxford, Oxford University Press
- Hobsbawm, E. J. 1968. *Industry and Empire: An Economic History of Britain since 1750*, Harmonds worth Middlesex, Penguin Books
- Hoskins, M. (2000) 'The Effects of Sectoral and Technological Changes on the Skill Composition of Employment in the United Kingdom 1951-91', *Economic Letters*, 69, pp. 101-107.
- Hoskins, M. (2002) 'Aggregation, Technological Change and the Skill Structure of the British Economy 1951-1991', *Applied Economic Letters*, 9, pp. 251-254.
- Huijgen, F. (1989) *De kwalitatieve structuur van de werkgelegenheid in Nederland, deel III*. Den Haag
- Huijgen, F. (1989) *De kwalitatieve structuur van de werkgelegenheid in Nederland, deel III*. Den Haag: OSA.
- Huijgen, F. Riesewijk, B. J. P. & G. J. M. Conen (1983) *De Kwalitatieve structuur van de werkgelegenheid in Nederland*. Den Haag, Staatsuitgeverij.
- Huijgen, F. , F. Pot, *Recent onderzoek naar automatisering en arbeidsorganisatie in Nederland*. Te Elfer
- Ure, 1988, 41, 290-310
- Juhn, C. , Murphy, K. M. and B. Pierce (1993) 'Wage inequality and the rise in returns to skill', *Journal of Political Economy*, 101, pp. 410-42.
- Katsoulacos, Y. S. 1986. *The Employment Effect of Technical Change*, Brighton, Wheatsheaf
- Katz, L. F. and Murphy, K. M. (1992) 'Changes in relative wages, 1963-1987: supply and demand factors', *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 35-78.
- Krueger, A. (1993) 'How computers have changed the wage structure: Evidence from microdata, 1984-1989', *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 33-60.
- Krugman, P. R. (2000) 'Technology, trade and factor prices', *Journal of International Economics*, 50, pp. 51-71.
- Levy, F. and Murnane, R. J. (1992) 'Earnings levels and earnings inequality: A review of recent trends and proposed explanations', *Journal of Economic Literature*, 30, pp. 1333-81.
- Machin, S. (2001) 'The changing nature of labour demand in the new economy and skill-biased technology change', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63, pp. 753-776.
- Machin, S. , van Reenen, J. (1998) 'Technology and changes in the skill structure: evidence from seven OECD countries', *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1215-1244.
- Mairesse, J. , Greenan, N. and A. Topiol-Bensaïd (2001) 'Information technology and research and development impacts on productivity and skills: a comparison on French firm level data', NBER Working Paper 8075.
- Malthus, T. R. 1964. *Principles of Political Economy*, New York, M. Kelley, first edn 1836
- Manning, A. (2004) 'We can work it out: the impact of technological change on the demand for low-skill workers', *Scottish Journal of Political Economy*, 51, pp. 581-608.
- Marshall, A. 1961. *Principles of Economics*, Cambridge, Macmillan, first edn 1890
- Marx, K. 1961. *Capital*, Moscow, Foreign Languages Publishing House, first edn 1867
- Marx, K. 1969. *Theories of Surplus Value*, London, Lawrence & Wishart, first edn. 1905-10
- McLoughlin, I. and Clark, J. (1994) *Technological Change at Work*, Open University Press, Buckingham.
- Meyer-Krahmer F. 1992, *The Effects of New Technologies on Employment, Economics of Innovation and New Technology*, 2, 131-49
- Meyer-Kramer, F. (1992) 'The Effects of New Technologies on Employment', *Economics of Innovation and New Technologies* 2: 131-49.
- Miles, I. (2005), *Innovation in Services*, in J. Fagerberg, D. C. Mowery and R. R. Nelson (eds. ), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford and New York.
- Mill, J. S. 1976. *Principles of Political Economy*, New York, M. Kelley, first edn 1848
- OECD (1996) 'The evolution of skills in OECD countries and the role of technology' STI Working Paper 1996/8.

- Pasinetti, L. 1981. *Structural Change and Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press
- Pavitt, K. (1984) 'Sectoral Patterns of Technical Change – Towards a Taxonomy and a Theory', *Research Policy*, 13. 6, pp. 343-373.
- Petit, P. 1995. Employment and Technological Change, in Stoneman, P. (ed. ), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Amsterdam, North Holland, 366-408
- Petit, P. (1995) 'Employment and Technological Change' in P. Stoneman (ed. ) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- Pianta, M. (2005) 'Innovation and Employment' in J. Fagerberg, D. C. Mowery and R. R. Nelson (eds. ), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford and New York..
- Pianta, M. 2000. The Employment Impact of Product and Process Innovations, in Vivarelli, M. and Pianta, M. 2000 (eds). *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London, Routledge, 77-95
- Pianta, M. 2004. Innovation and Employment, in Fagerberg, J. , Mowery, D. and Nelson, R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford, chap. 21.
- Pigou, A. 1933. *The Theory of Unemployment*, London, Macmillan
- Pigou, A. 1962. *The Economics of Welfare*, London, Macmillan, first edn 1920
- Piva, M. Vivarelli, M. 2003. *Innovation and Employment: Evidence from Italian Microdata*, IZA Discussion Paper n. 730, Bonn.
- Piva, M. Vivarelli, M. 2004. Technological Change and Employment: Some Micro Evidence from Italy, *Applied Economics Letters*, 11, 373-76
- Piva, M. , Santarelli, E. and M. Vivarelli (2005) 'The skill bias effect of technological and organisational change: evidence and policy implications', *Research Policy*, 34, pp. 141-157
- Proletarianization in the American class structure. In: Burawoy & Skopel (eds), *Marxist Inquiries*. Chicago University Press, 176-209.
- Ricardo, D. (1921) *On the Principles of Political Economy and Taxation*, John Murray, London [First published in 1817].
- Ricardo, D. 1951 *Principles of Political Economy*, in Sraffa, P. (ed. ), *The Works and Correspondence of Richardson*, G. B. (1972) 'Organisation of Industry', *Economic Journal*, 82. 327, pp 883-896.
- Rosenberg, N. (1982) *Inside the Black Box: Technology and Economics*: Cambridge, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. 1976. *Perspectives on Technology*, Cambridge, Cambridge University Press
- Rothwell, R. (1992) 'Successful Industrial Innovation – Critical Factors for the 1990s', *R&D Management*, 22. 3, pp. 221-239.
- Rutherford, T. (1994) 'From 'sitting by Nellie' to the classroom factory? The restructuring of skills, recruitment and training in a South Wales motor components plant', *International Journal of Urban and Regional Research*, 18, pp. 470-490.
- Salter, W. E. G. (1960) *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Scase, R. (1999) *Britain Towards 2010: The Changing Business Environment*, An ESRC Report, ESRC,
- Samuelson, P. (1965) 'A theory of induced innovations along Kennedy-Weisacker lines', *Review of Economics and Statistics*, 4, pp. 444.
- Say, J. B. 1964. *A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and Consumption of Wealth*, New York, M. Kelley, first edn 1803
- Sismondi, J. C. L. 1971. *Nouveaux Principes d'Economie Politique ou de la Richesse dans ses Rapports avec la Population*, Paris, Calmann- Levy, first edn 1819
- Skills Task Force (2000) *Skills for all research report from the National Skills Task Force DfEE*.
- Smolny, W. (1998) 'Innovation, Prices and Employment: A theoretical model and an Application for West German Manufacturing Firms', *Journal of Industrial Economics* 46: 359-81.
- Smolny, W. 1998. Innovations, Prices and Employment: A Theoretical Model and an Empirical Application for West German Manufacturing Firms, *Journal of Industrial Economics*, 46, 359-81
- Snow, C. P. (1993) *The Two Cultures*, Cambridge: Cambridge University Press
- Steuart, J. 1966. *An Inquiry into the Principles of Political Economy*, Chicago, Oliver and Boyd, first edn 1767
- Tether, B. S. (2005) 'Do Services Innovate (Differently)? Insights from the European Innobarometer Survey', *Industry and Innovation*, 12. 2, pp. 153-184.
- Touraine, A. (1962) A historical theory in the evolution of industrial skill. In: C. R. Walker (red), *Modern technology and civilization*. New York, McGraw-Hill, 425-437.

- Touraine, A. , A historical theory in the evolution of industrial skill. In C. R, Walker (ed. ), Modern technology and civilizations. New York: McGraw-Hill (1962) 425-437.
- Utterback, J. M. (1996) *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, BostonMA.
- Van Reenen, J. (2004) 'Working Better', CentrePiece, available at <http://cep.lse.ac.uk/centrepiece/v09i2/vanreenen.pdf>
- Van Reenen, J. 1997. Employment and Technological Innovation: Evidence from U. K. Manufacturing Firms, *Journal of Labor Economics*, 15, 255-84
- Vivarelli, M. 1995. *The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*, Aldershot, Elgar
- Vivarelli, M. and Pianta, M. (2000) *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, Routledge, London and New York.
- Vivarelli, M. and Pianta, M. 2000 (eds). *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London, Routledge
- Weggelaar, M. & W. Trommel, Nieuwe technologieën en de arbeid van vrouwen. *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, 2, 1986, 2, 50-59.
- Woodward, J. , (1958) *Management and Technology*. London: HMSO. Wright, E. O. & Singelman, J. (1982)





**DESCARGA EL MANUAL DE FORMA GRATUITA  
en la pagina web del IAIF:**

<https://www.ucm.es/iaif/informacion-sobre-el-instituto-industrial-financiero>

El IAIF es un Instituto Complutense de Investigación con más de 20 años de experiencia en la investigación en el campo de la Economía de Innovación. El IAIF desarrolla su actividad bajo la dirección de los profesores Mikel Buesa y Joost Heijs y cuenta con diversas líneas de investigación como:

- Medición de sistemas nacionales y regionales de innovación
- Análisis, diseño y evaluación de políticas de I+D
- Eficiencia de la I+D+i en empresas y a nivel regional
- Innovación, crecimiento y competitividad
- Innovación e internacionalización

Durante este periodo el IAIF y sus miembros han colaborado con los Institutos de Investigación y Organismos Nacionales e Internacionales más importantes de Europa y en América Latina, como:

- Science and Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex (Inglaterra)
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI (Karlsruhe-Alemania)
- Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM – México).
- Comisión Europea (DG of Regional and Urban Policies; DG of Research and Innovation)
- Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) en Sevilla
- Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)
- Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)
- Diversos ministerios Españoles (MICINN, MINECO, MEC) y gobiernos regionales (Madrid, País Vasco, La Rioja; Galicia y Andalucía)

Manual de Economía de innovación

Tomo I: Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación

Tomo II: Diseño, análisis y evaluación de las políticas de I+D e innovación (En elaboración)

Prehistoria - Paleolítico	AC 600.000
Hachas de mano	AC 10.000
Fuego por mantenimiento	AC 250.000
Puntas de lanza	AC 200.000
Crear fuego	AC 200.000
Arco y flechas	AC 60.000
Lámparas de aceite	AC 30.000
Prehistoria - Mesolítico	AC 20.000
Barco de remos	AC 10.000
Cerámica	AC 5.000
Hilado con Rueda	AC 7.500
Hierro	AC 7.000
Prehistoria - Neolítico	AC 6.000
Casas de adobe y ladrillo	AC 5.000
Ganadería	AC 5.000
Piedra de Moler	AC 5.000
Cristal	AC 5.000
Alfiler (Egipto)	AC 4.000
Cosmética	AC 4.000
Clavo	AC 3.700
Papel / Papiros	AC 3.500
Rueda con eje	AC 3.500
Escritura (Jeroglíficos)	AC 3.500
Bronce (Mesopotamia)	AC 3.000
Barco de vela	AC 3.000
Brújula (Egipto)	AC 3.000
Edad Antigua - Edades del bronce y del hierro	AC 3.000
	DC 300
Ábaco (Asia menor)	AC 2.700
Estandarización medidas y pesos	AC 2.630
Pergamino	AC 2.650
Alfabeto (Francia)	AC 1.700
Hiladora de lana (China)	AC 1.000
Rueda (Europa)	DC 1.100
Acero (India y Oriente)	AC 1.000
Monedas (Libia-Asia)	AC 620
Molino (Grecia)	AC 85
Herradura (Roma)	DC 100
Compás (Roma)	DC 100
Papel (China)	DC 200
Edad Media	DC 300
	DC 1.500
Ajedrez (India)	DC 600
Molino de viento	DC 650
Xilografía	DC 740
Cámara oscura (China)	DC 840
Imprenta de libros (China)	DC 868
Pólvora (China)	DC 950
Esclusa	DC 983
Brújula (China-Arabia)	DC 1.090
Hojalata (Bohemia)	DC 1.250
Cañón (China)	DC 1.280
Gafas (Italia)	DC 1.286
Imprenta tipos móviles (Alemania Gutenberg)	DC 1.450
Edad Moderna	DC 1.500
	DC 1.770
Tapón de corcho	DC 1.530
Lápiz	DC 1.565
Microscopio Telescopio	DC 1.590
Termómetro	DC 1.592

Innovaciones institucionales, comercio y de organización

Medicina

Transporte

Energía y química

Nuevos materiales

Información y Comunicaciones

Productos o sistema productivo

Diseño: Gabriel Peña