



www.megin-degin.com

Series:

Available at:

Informe sobre el sistema de innovación del sector electrónico en España

Authors: Gergana Boyanova, Alberto Méndez, Alberto Santos

Abstract

The relevance of the Information and Communications Technology, especially the electric and electronic segments increasing in the global economy and its' influence spreads not only across every other sector but across society as a whole. Thus, the development of this sector in Spain will be a key element for the country's economic future.

In this work a general view of the sector is presented, its' boundaries (which could seem fuzzy) defined and its' composition and current trends are shown. Special attention is given to the star players on the innovation process that is university and public sector in addition to the enterprises themselves. The goal of this analysis is to draw some conclusions about the present status and future trends of the sector and to propose the measures that are considered to improve the innovation process in this sector.

August, 2012.

Informe sobre el sistema de innovación del sector electrónico en España

Autores:

Gergana Boyanova

Alberto Méndez

Alberto Santos

Abstract

La importancia del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es cada vez mayor en la economía mundial y su influencia alcanza al resto de sectores y a la sociedad en su conjunto. Por lo tanto el desarrollo de este sector en España será una pieza fundamental para el futuro económico del país.

Con este trabajo se pretende ofrecer una visión del sector delimitando sus fronteras, que en ocasiones pueden parecer difusas, indicando su composición y tendencia actuales y prestando una especial atención a los actores principales del proceso innovador; es decir, universidad y gobierno además de la empresa. El objetivo de este análisis es extraer unas conclusiones sobre la situación actual y la tendencia futura así como proponer las recomendaciones que se consideren oportunas de cara a la mejora de la innovación en el sector.

Palabras clave: sistema de innovación, TIC, electrónica, investigación, cooperación.

INTRODUCCIÓN

El sector de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y en particular el sector electro-electrónico, se ha convertido en uno de los sectores que mayor fuerza a cobrado en las pasadas décadas con el advenimiento de cada vez mejores tecnologías que permiten a los usuarios encontrar y compartir información en tiempo real y a las empresas realizar producción automatizada con mejores índices de productividad. Las necesidades del mercado en este aspecto son de tal magnitud que podría decirse que países como Corea y China deben sus altas tasas de crecimiento a un desarrollo especialmente fuerte en estos sectores.

Dado que uno de los enfoques que se han desarrollado para fomentar políticas que lleven al crecimiento económico de las naciones, regiones y sectores industriales, es el de los sistemas de innovación, es fundamental estudiar los sistemas de sectores vitales como el que se trata en este trabajo, dado que al ser uno de los sectores de mayor crecimiento y con mayores expectativas a largo plazo, el desarrollo económico puede en gran parte basarse en una adecuada infraestructura que permita que las empresas, universidades e instituciones relacionadas con el sector electrónico, desarrollen procesos integrados de producción tecnológica y se creen *spillovers* que terminen por impactar al grueso del mercado.

La expresión Sistema Nacional de Innovación (SNI) fue utilizada por primera vez por Lundvall (1992) aunque según Freeman (1995) se considera que el creador del concepto fue Friedrich List quien lo esbozó en su libro “The National System of Political Economy” en 1841.

Se trata de un concepto que, aunque ampliamente aceptado, puede entenderse de formas diferentes según las definiciones que se manejen de cada uno de sus componentes (Nelson, 1993) en especial, de la palabra innovación. Al hablar de SNI se suele emplear la definición, en sentido bastante amplio, que da la OCDE en la tercera edición del Manual de Oslo (OCDE, 2005).

Por su parte el término sistema ha de entenderse como un conjunto de diferentes elementos que mantienen relaciones de forma estable (aunque con posibilidad de evolución) y constante a lo largo del tiempo. No sería adecuado suponer que esas relaciones han sido planificadas con detenimiento porque existen evidencias en la literatura de que esto no es así.

En último lugar la palabra “nacional” hace referencia a un concepto geopolítico que tal vez sea el más discutible de todos. El propio Nelson (1993) se pregunta si tiene sentido hablar de lo nacional en un mundo globalizado como el actual. Sin embargo se ha considerado para la realización de este trabajo que el “nacional” es el límite más adecuado para este estudio concreto, puesto que coincide con el ámbito de actuación de un gran número de políticas que afectan a la innovación en particular y la economía en general.

El sistema de innovación electro electrónico Español es especialmente interesante en la medida en que existe un entramado suficiente para pensar en un desarrollo de primer nivel mundial, sin embargo, lo que se encontró en este estudio es que tanto a nivel empresas como a nivel institucional, especialmente gubernamental, existen falencias que deben ser subsanadas si se quiere llegar a este nivel. Por un lado, el entramado empresarial ha disminuido en los últimos años como consecuencia de la crisis y de la competencia con países como China, el personal formado en licenciaturas de ingeniería electrónica ha disminuido y no parece haber suficiente comunicación entre las empresas, la universidad y el gobierno para fomentar políticas que solucionen estas problemáticas. Desde el punto de vista de la investigación se encontró que las publicaciones en este campo son cada vez mayores y más citadas. Desde el punto de vista de las patentes, España no posee una fortaleza tecnológica y las cifras muestran que sus fortalezas en este campo están creciendo pero a ritmo muy lento.

El trabajo se organiza en 4 secciones, en la primera se tratará la definición, tendencias y estructura del sector en España, en la segunda se dará una mirada a la innovación e investigación para abordar en la tercera sección la gestión del gobierno, las instituciones y la universidad en el sector. Por último se muestran algunas conclusiones y recomendaciones tendientes a mejorar el entramado del sistema de innovación sectorial.

ESTRUCTURA DEL SECTOR ELECTRÓNICO

Delimitación del sector

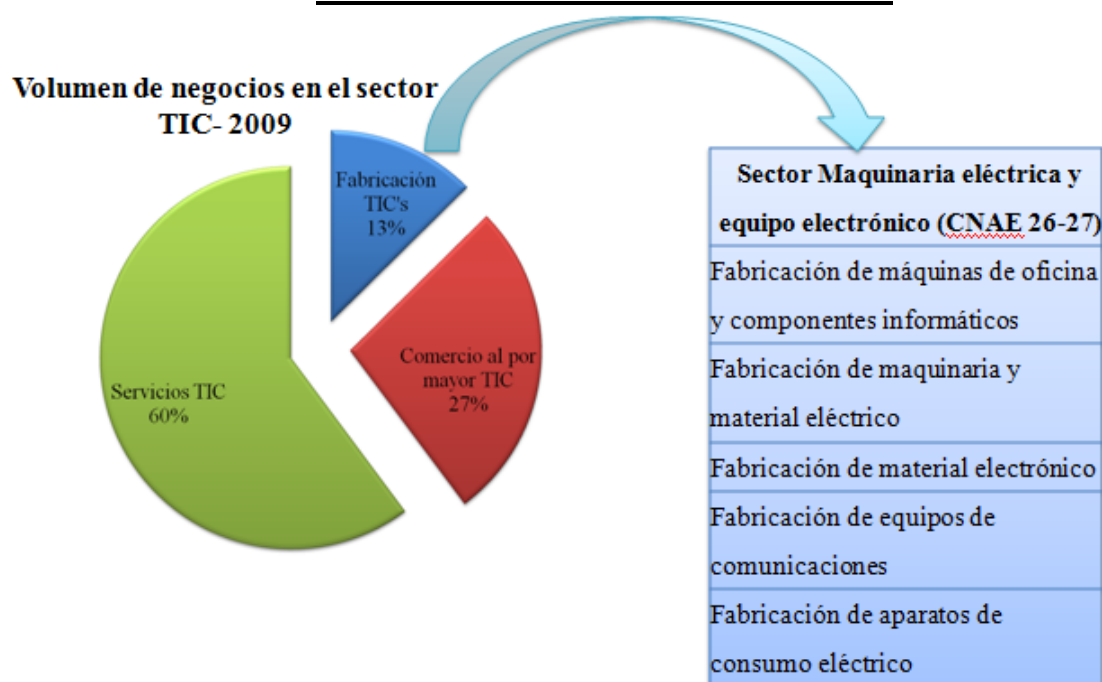
El sector electrónico presenta la peculiaridad de estar incluido dentro del macro-sector de las TIC's. La importancia que en la actualidad reciben las tecnologías de la información y la comunicación puede llevar a error a la hora de concretar el papel del sector electrónico en la economía y es por ello que conviene delimitar claramente las fronteras del sector. La forma más sencilla de enmarcar las actividades del sector es centrar el análisis en los códigos correspondientes de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE). A lo largo del informe se va a estudiar el Sistema de Innovación del sector compuesto por los siguientes códigos:

CNAE 26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

CNAE 27. Fabricación de material y equipo eléctrico

La figura 1 sirve para ilustrar con claridad la diferencia entre TIC's y sector electrónico.

FIGURA1: Delimitación sector electrónico.



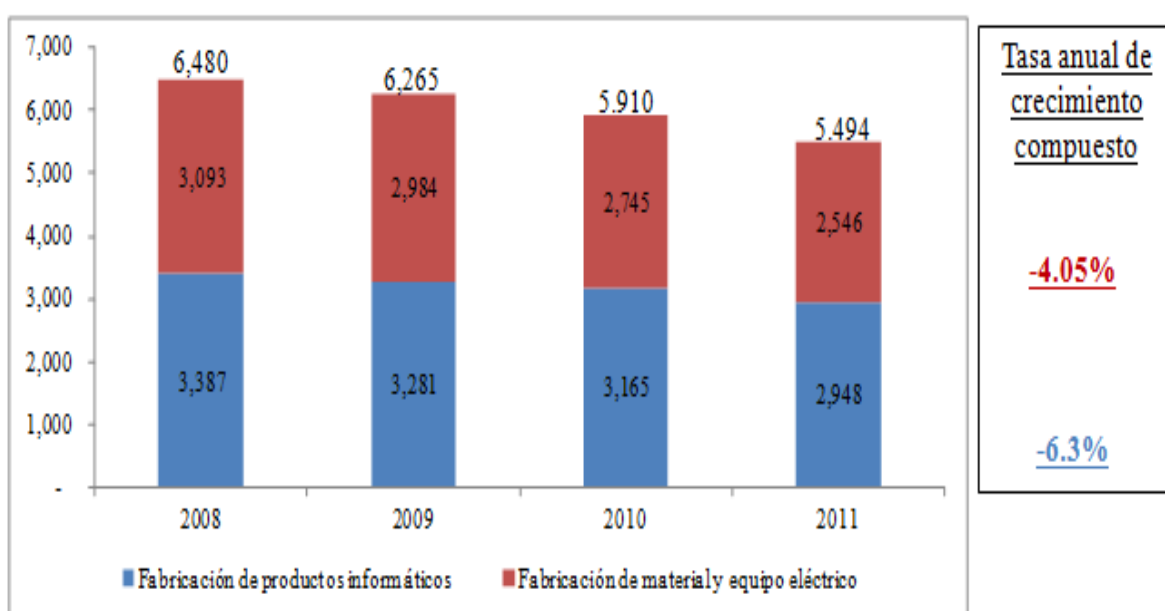
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). Elaboración propia.

Tejido empresarial

En la actualidad el Sector Electrónico en España está compuesto por 5.494 empresas. Los datos desde el año 2008 al 2011 muestran un continuo descenso en el número de empresas.

En relación con las filiales de empresas extranjeras del sector en España se observa un aumento de las mismas. Especialmente destacable es la proporción en el año 2009 en el que las empresas extranjeras supusieron el 3,23% del total. La figura 2 resume la evolución del tejido empresarial.

FIGURA 2: Evolución del número de empresas del sector.



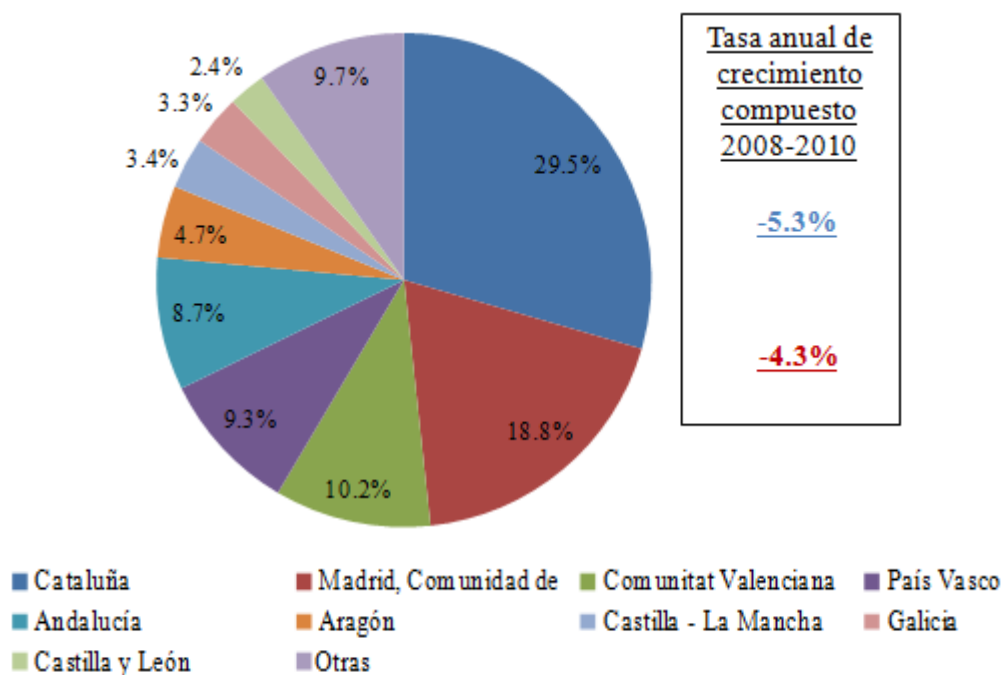
Fuente: INE. Elaboración propia

La disminución del número de empresas en el conjunto del sector ha seguido una tasa anual compuesta del 5,4%.

Distribución geográfica

El sector electrónico presenta una amplia dispersión geográfica a lo largo del territorio nacional (ver figura 3). Hay que destacar las concentraciones empresariales existentes en las Comunidades Autónomas catalana y madrileña (que acogen casi el 50% de las empresas del sector), seguidas de la valenciana y el País vasco. Este hecho es acorde con la realidad económica española, polarizada en dichas regiones.

FIGURA 3: Localización de las empresas.



Fuente: INE. Elaboración propia

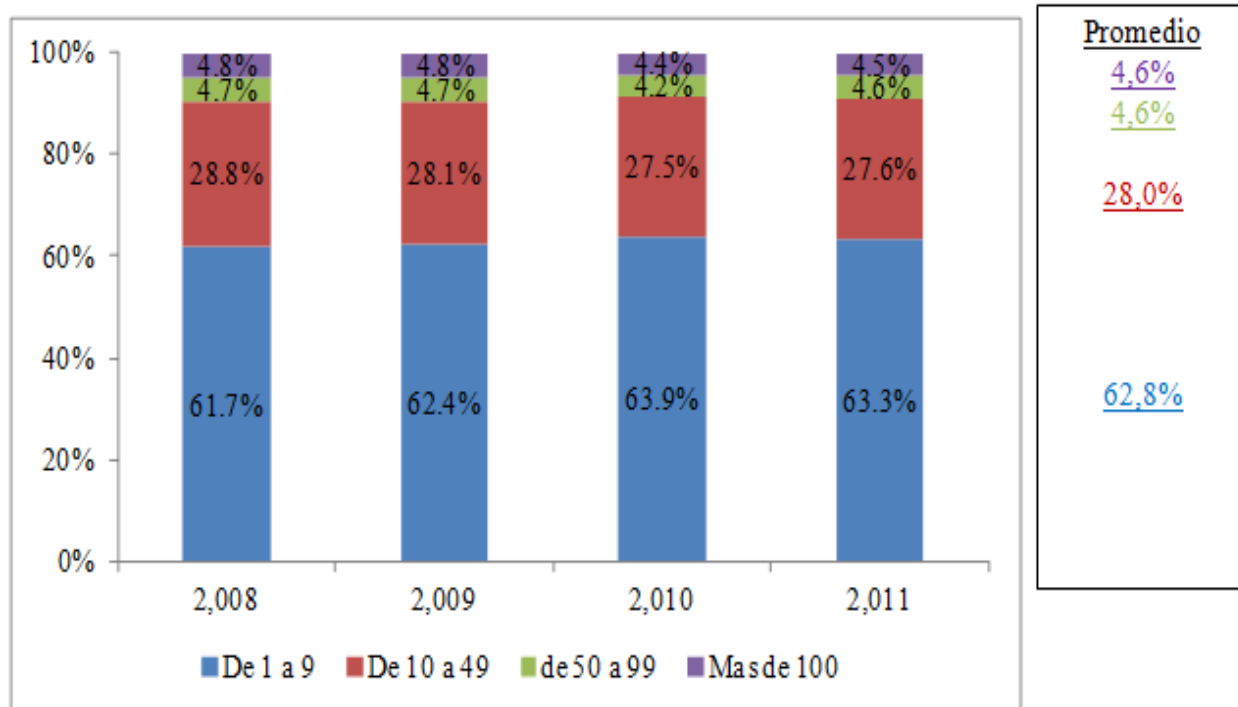
Clasificación por tamaño

Clasificadas por tamaño, según sus empleados, las empresas del sector presentan una gran mayoría de las “muy pequeñas” (de 1 a 9 empleados) que suponen más del 60% del total de empresas del sector

Estas están seguidas de las “medianas”(entre 10 y 49 empleados) entre las que se puede clasificar aproximadamente el 28% de las empresas.

A pesar de que las empresas que se podrían clasificar como “no grandes” son más del 80% del total; la contratación de trabajadores depende en gran medida de las empresas de más de 100 asalariados que contratan cerca del 50% del personal del sector.

Para tener una imagen más detallada ver figura4 a continuación.

FIGURA 4: Tamaño empresarial.

Fuente: INE. Elaboración propia

Comercio exterior

TABLA 1: Exportaciones e importaciones (millones de €).

| Año | Exportaciones | Importaciones | Saldo | Cobertura (%) |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|---------------|
| 1999 | 9.467,72 | 18.163,59 | -8.695,87 | 52,12 |
| 2000 | 10.890,84 | 21.590,79 | -10.699,94 | 50,44 |
| 2001 | 11.730,58 | 21.007,73 | -9.277,16 | 55,84 |
| 2002 | 11.489,43 | 20.462,33 | -8.963,90 | 56,19 |
| 2003 | 11.948,73 | 21.394,97 | -9.446,24 | 55,85 |
| 2004 | 12.341,87 | 24.056,16 | -11.714,29 | 51,3 |
| 2005 | 13.180,04 | 25.585,24 | -12.405,20 | 51,51 |
| 2006 | 14.472,77 | 29.644,48 | -15.171,71 | 48,82 |
| 2007 | 14.854,20 | 33.168,27 | -18.314,07 | 44,78 |
| 2008 | 14.960,15 | 34.192,65 | -19.232,50 | 43,75 |
| 2009 | 12.449,08 | 24.015,47 | -11.566,40 | 51,84 |
| 2010 | 14.287,04 | 26.795,22 | -12.508,18 | 53,32 |

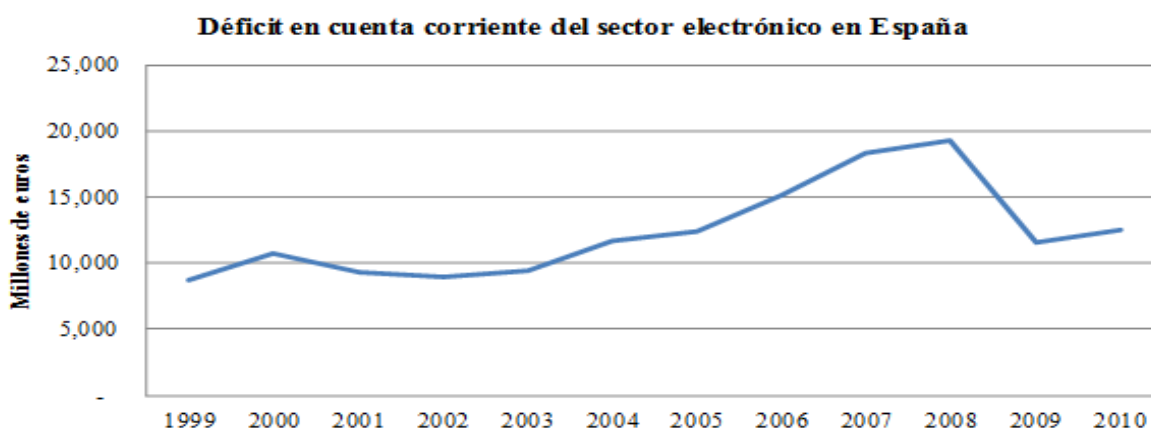
Fuente: Instituto Español de comercio Exterior (ICEX); (informe sectorial Instituto Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA))

Nota: Los datos se han obtenido siguiendo la codificación TARIC (TA85, TA90, TA91, TA92, TA9402, TA9405 y TA9406)

En referencia a los datos sobre comercio exterior del sector se puede observar cómo los saldos comerciales evolucionan negativamente, aumentándose al déficit progresivamente hasta el año 2008, aunque a la vista del dato de 2010 la ligera recuperación de 2009 parece un hecho aislado.

En la figura 5 se refleja el déficit creciente originado por los saldos negativos. Debido a la caída muy superior de las Importaciones (descenso de 10.177 M€) respecto a las Exportaciones (caída de 2.511 M€) entre los años 2008 y 2009, el déficit disminuye considerablemente. A partir de la mitad del 2009 muestra principio de aumento en consonancia con los saldos negativos del conjunto del período analizado.

FIGURA 5: Saldo comercial.

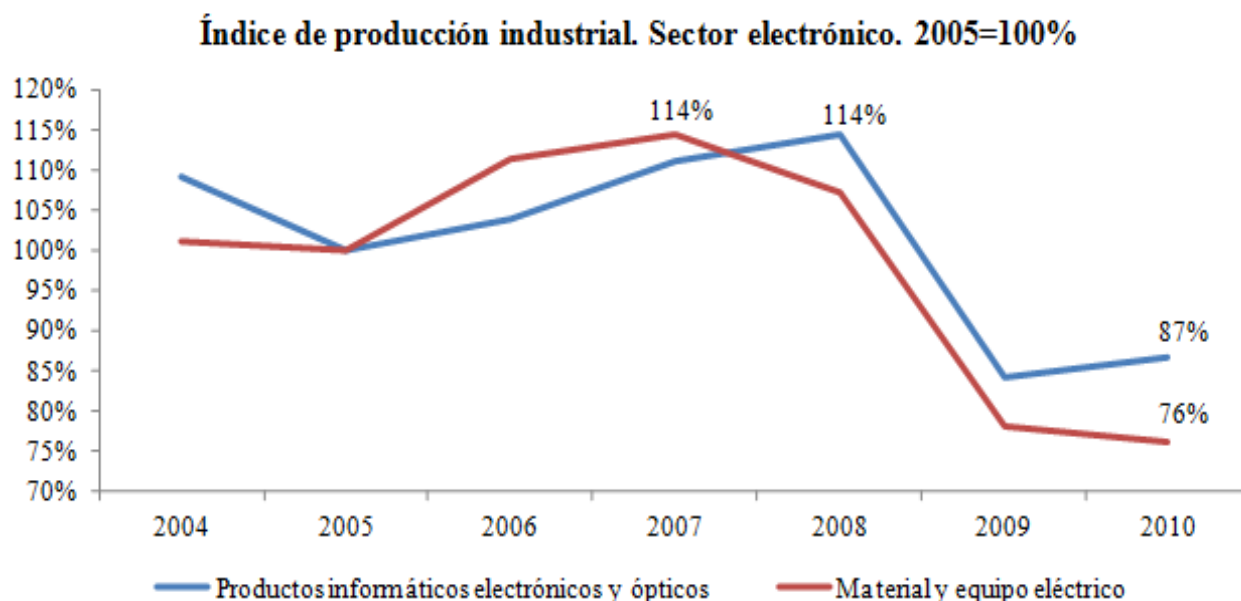


Fuente: IDEPA. Elaboración propia

Producción

Midiendo la producción del sector a través del Índice de Producción Industrial (IPI) se obtienen los datos recogidos en la figura 6.

FIGURA 6: Producción del sector.



Fuente: INE. Elaboración propia

La producción del sector en términos reales ha decrecido con respecto a sus niveles de mediados de la década pasada, sin embargo, este factor puede deberse a la crisis económica y no a fenómenos estructurales del sector.

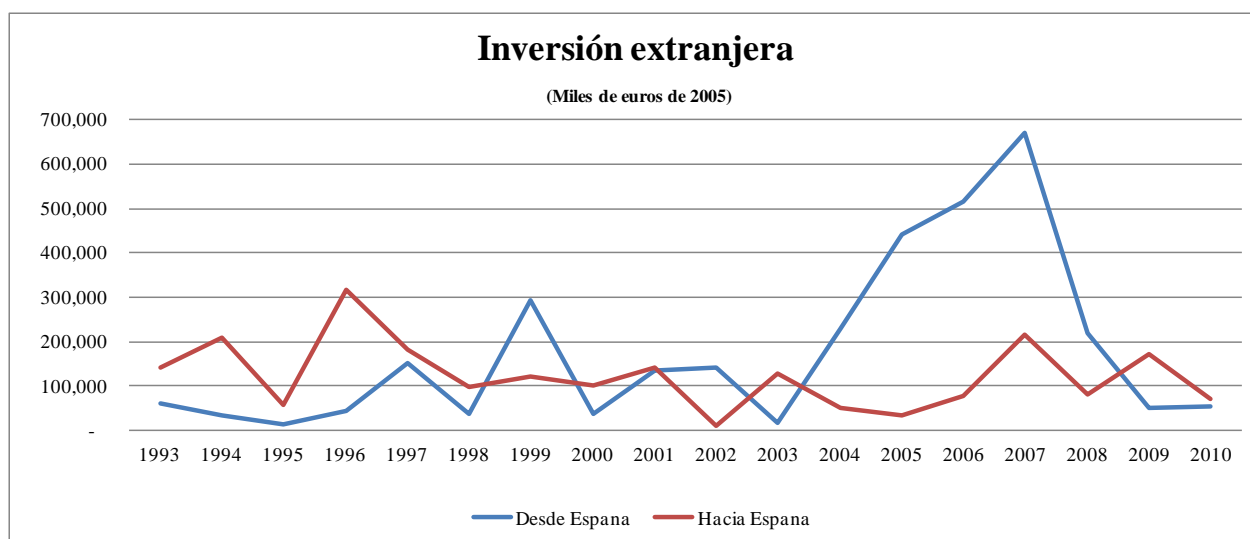
Inversión Directa Extranjera

Existen diversas razones para que una empresa decida invertir en otro país, siendo válidas para las empresas extranjeras en España como para las empresas españolas que desean internacionalizarse. Pueden agruparse bajo tres objetivos básicos:

- El intento de participar en nuevos mercados
- Aumentar la eficiencia productiva a través de reducciones de costos
- El intento de explotación de ciertos activos estratégicos.

La figura 7 muestra los flujos de Inversión Directa Extranjera (IDE) desde 1993.

FIGURA 7: Inversión Directa Extranjera.



Fuente: Secretaría de Estado de Comercio. Elaboración propia

Las inversiones realizadas por empresas extranjeras en el sector electrónico alcanzaron su máximo en 1996, disminuyendo a partir de ese momento hasta el 2007 en donde se ven afectadas por la crisis mundial.

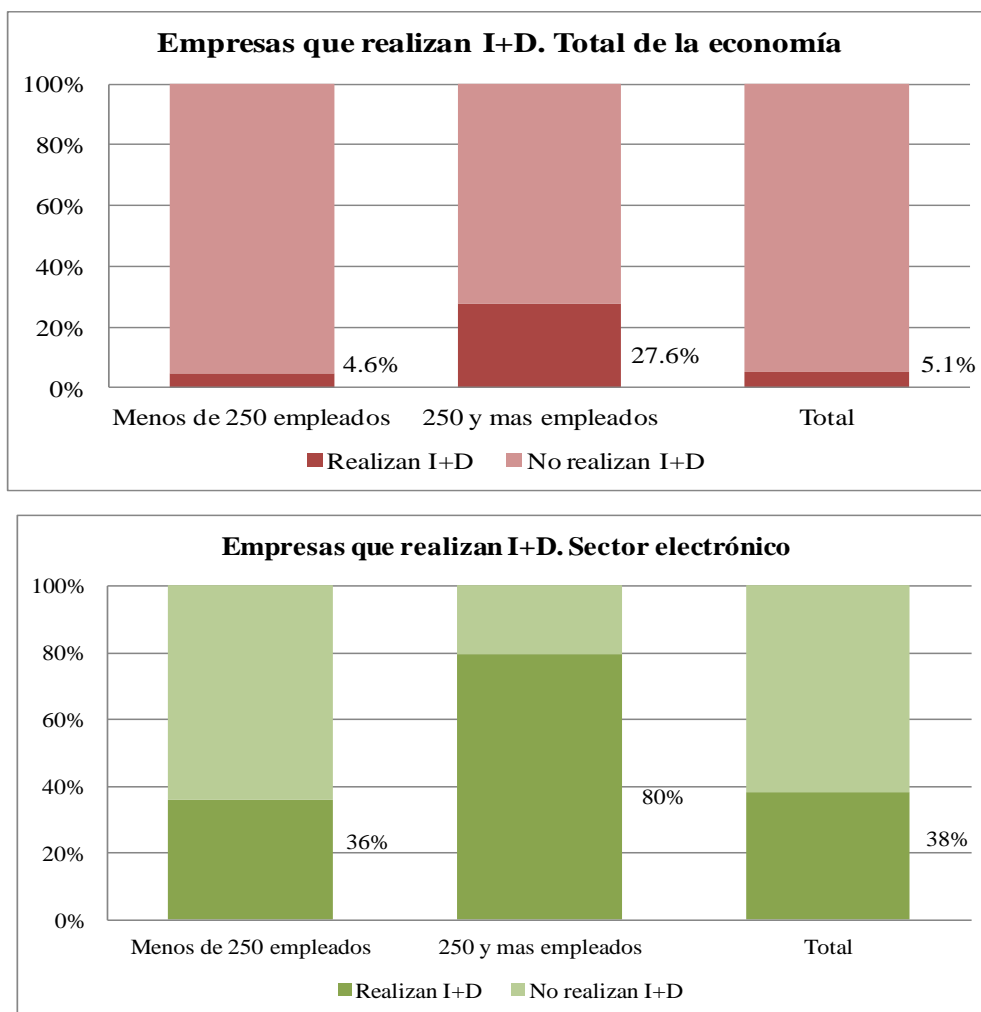
La inversión del sector desde España tenía un comportamiento bastante constante con picos en años como 1997, sin embargo a partir de 2003 y hasta 2007, la inversión del sector en el exterior tuvo buenos comportamientos que debido a la crisis se vieron afectados hasta nuestros días.

LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR

Investigación y desarrollo

El sector electrónico debido a sus características es un sector en donde la Investigación y Desarrollo (I+D) presenta una importancia relativamente alta frente a otros sectores de la economía. De tal manera, es posible observar que para 2010, el 38% de las empresas del sector invirtieron en actividades de I+D, frente al 5,1% del total de empresas de la economía española, de hecho, la proporción de empresas que invierten en I+D en el sector, para todos los tamaños de empresa es superior a las demás empresas españolas (figura 8).

FIGURA8: Proporción de empresas que invierten en I+D en España. 2010.



Fuente: INE. Encuesta de innovación. Elaboración propia.

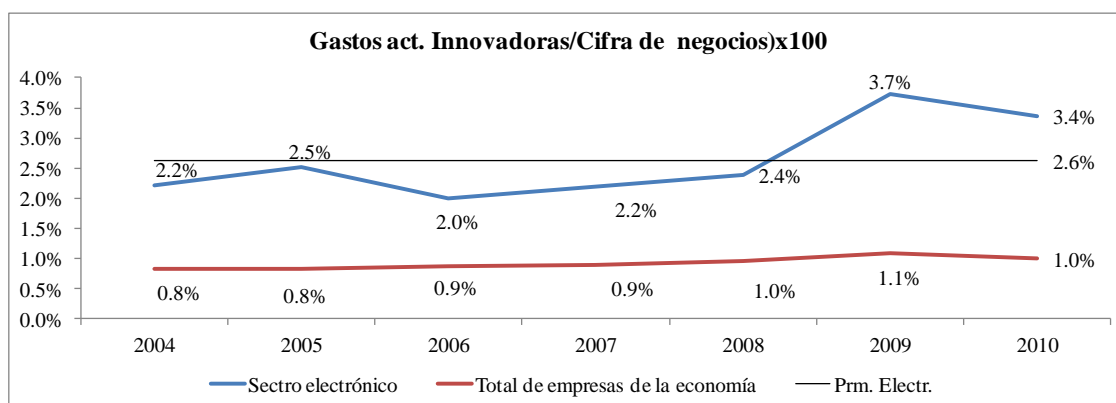
Las empresas del sector que invirtieron en I+D en el periodo comprendido entre 2004 y 2010, en general lo hicieron en la generación de I+D al interior de la empresa en un 66%, seguido de adquisición de maquinaria, hardware y software avanzados en un 13%. A pesar de esto, la proporción de inversión interna en I+D disminuyó desde 2007 cuando esta proporción era de 72%, hasta un 65% en 2010 (Tabla 2).

TABLA 2. Distribución gastos de I+D del sector Maquinaria y equipo eléctrico y electrónico en España.

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | Promedio |
|--|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| I+D Interna | 67% | 57% | 68% | 72% | 71% | 62% | 65% | 66% |
| Adquisición de maquinaria, equipos y hardware o software avanzados | 13% | 16% | 10% | 12% | 9% | 18% | 15% | 13% |
| Adquisición de I+D | 13% | 12% | 12% | 11% | 10% | 11% | 12% | 11% |
| Introducción de innovaciones en el mercado | 1% | 4% | 4% | 3% | 5% | 5% | 4% | 4% |
| Adquisición de otros conocimientos externos para innovación | 2% | 7% | 5% | 1% | 3% | 2% | 1% | 3% |
| Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución | 3% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% |
| Formación para actividades de innovación | 0% | 0% | 1% | 1% | 0% | 1% | 1% | 1% |

Fuente: INE. Encuesta de innovación. Elaboración propia.

FIGURA 9. Intensidad de la I+D.



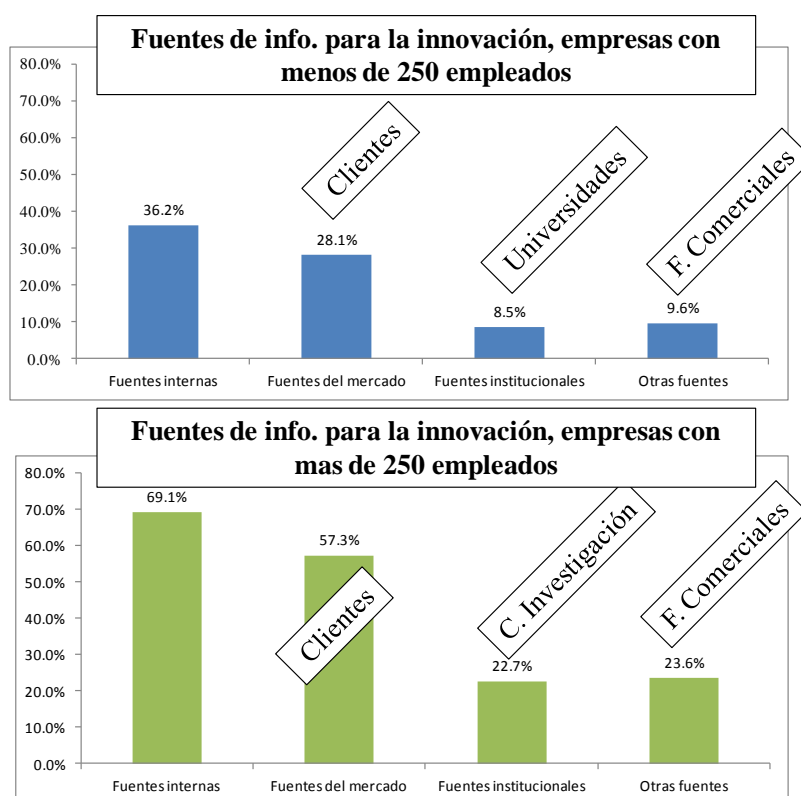
Fuente: INE. Encuesta de innovación. Elaboración propia.

Así mismo, es posible observar en la figura 9, que en general las empresas del sector electrónico no sólo invierten en mayor proporción que el total de la economía, sino que la intensidad de tal inversión es superior; para el periodo 2004-2010, la proporción de gastos en I+D sobre ventas fue de 2,6% con un pico en 2009 y 2010, mientras que para el total de la economía el promedio de inversión sobre ventas fue de 0,9%.

Fuentes de información

Las redes empresariales con las universidades, el gobierno, los centros de investigación, clientes y proveedores, son fundamentales para el establecimiento de un verdadero sistema de innovación, ya que mediante estas interacciones entre entidades, las empresas pueden obtener información valiosa de cara a la realización de sus proyectos de innovación y se crean derramamientos en el entramado social. Las pequeñas y grandes empresas del sector consideran que las fuentes internas de información son las más importantes para lograr dichos objetivos, sin embargo, las grandes empresas lo hacen en mayor proporción. En cuanto a las fuentes institucionales, las universidades son fuentes de información importante en mayor proporción para las pequeñas empresas, mientras que para las de gran tamaño, los centros de investigación son más relevantes. De igual manera, los clientes y ferias comerciales son fuente fundamental para la innovación en las empresas del sector electrónico (figura 10).

FIGURA 10: Fuentes de información para la innovación en el sector electrónico 2010.

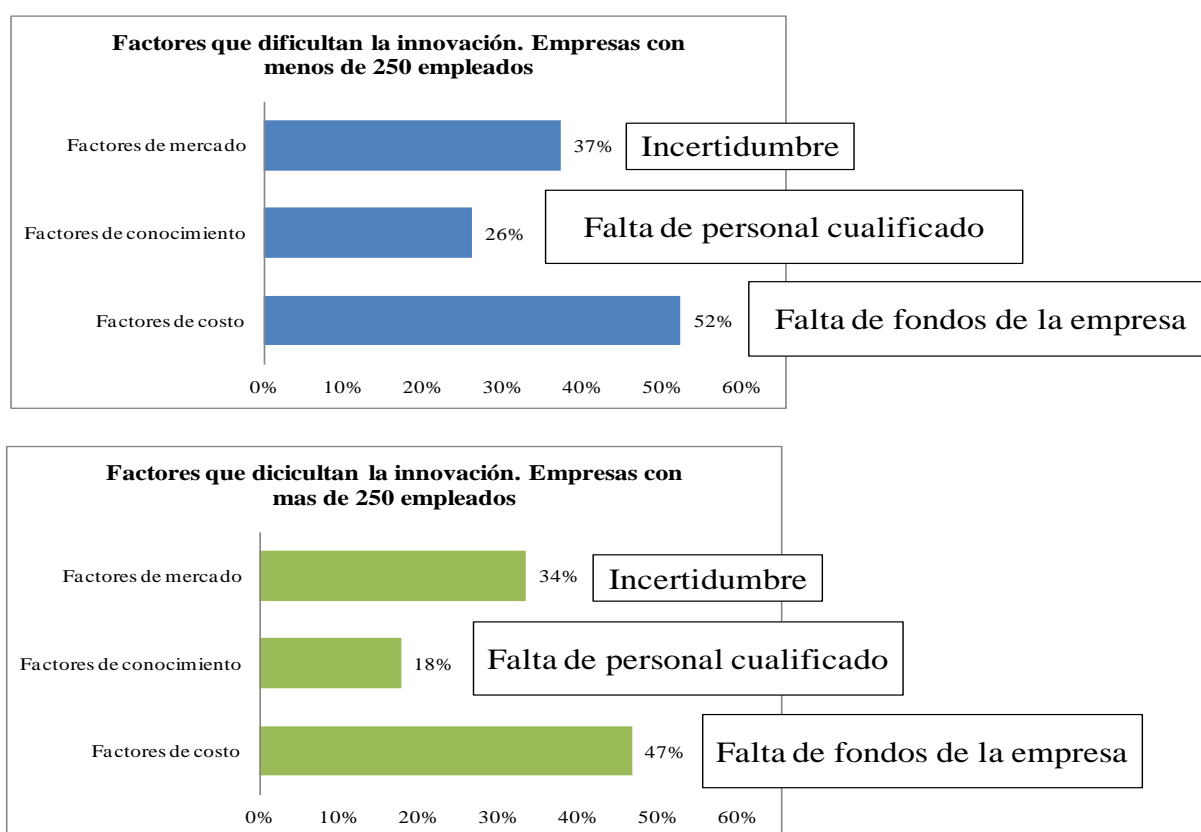


Fuente: INE

Factores que dificultan la innovación

A su vez, las empresas consideran que existen factores que dificultan la innovación en el sector; para cualquier tamaño de organización, las empresas consideran que los factores de costo, principalmente la falta de fondos de la empresa, es el principal factor dificultando dichas actividades. Esto significa que existe una oportunidad para que las políticas públicas fomenten en mayor cuantía el acceso de las empresas a los recursos de la banca privada y de capital de riesgo para proyectos de innovación (figura 11).

FIGURA 11: Factores que dificultan la innovación en el sector electrónico.



Fuente: INE

Patentes

En cuanto al patentamiento en el sector, se realizó un análisis del índice de ventaja competitiva¹ para determinar si España posee ventajas tecnológicas en este sector.

Se encontró que el índice en promedio entre 1999 y 2010 ha sido de 0.59, lo que quiere decir que las patentes del sector electrónico español a nivel mundial están 40% por debajo de la relación de las patentes españolas totales en el mundo. El crecimiento de dicho índice entre 1999 y 2009 para España fue de 2%, lo que indica que el país está incrementando su proporción de patentes en el sector TIC, aunque a una velocidad relativamente baja comparado con países como Chile o Luxemburgo, que a pesar de esto, tienen una ventaja tecnológica inferior a la de España.

En la figura 12 puede observarse que los países con ventaja tecnológica en el sector electrónico son Corea, Holanda, Japón, Finlandia, Israel y Estados Unidos, sin embargo, los tres primeros se encuentran en el grupo de países que han disminuido su ventaja entre 1999 y 2010, mientras que los últimos han mostrado resultados negativos.

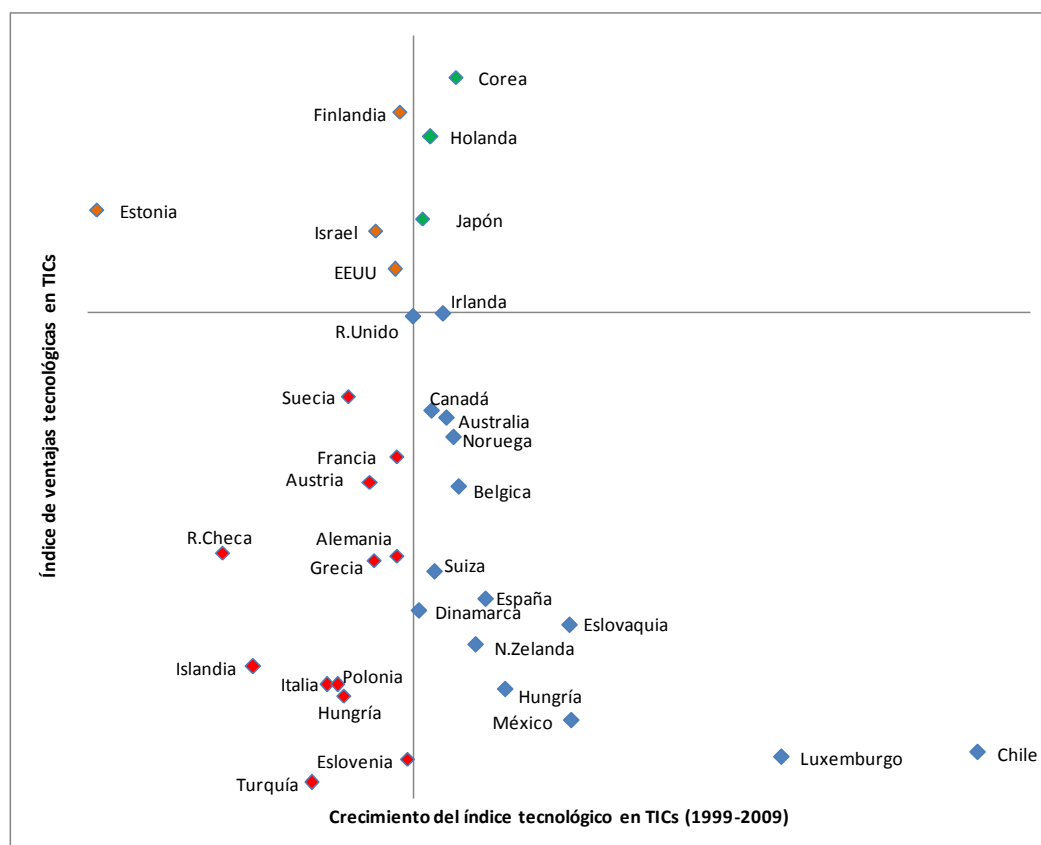
Es importante notar como algunos países de la Unión Europea han venido disminuyendo su índice de ventaja tecnológica y de mantenerse el ritmo actual, España podría ponerse a la par de estos en los resultados del índice, aunque aún está lejos del número absoluto de patentes de dichos países.

De igual manera, algunos países de la Unión Europea, se encuentran por debajo de España en este índice y se espera tomar una distancia importante frente a estos de seguir este ritmo; estos países son, Islandia, Polonia, Italia, Eslovenia y Dinamarca.

¹El índice calcula la razón entre la fortaleza de un sector de un país específico frente a las patentes mundiales de dicho sector, frente a la fortaleza del patentamiento del país de análisis frente al total de patentes mundiales.

ii El análisis se realizó para el sector de las TICs dado que la información pública de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) no realiza una agrupación menor, sin embargo, se considera que una gran proporción del patentamiento en este campo corresponde al sector de electrónica, dado que el software no es patentable y el sector servicios de telecomunicaciones podría patentar en la medida en que sean productos relacionados con la fabricación de equipos, los cuales entran en el sector de análisis.

FIGURA 12: Análisis del índice de ventaja tecnológica para las TIC's.

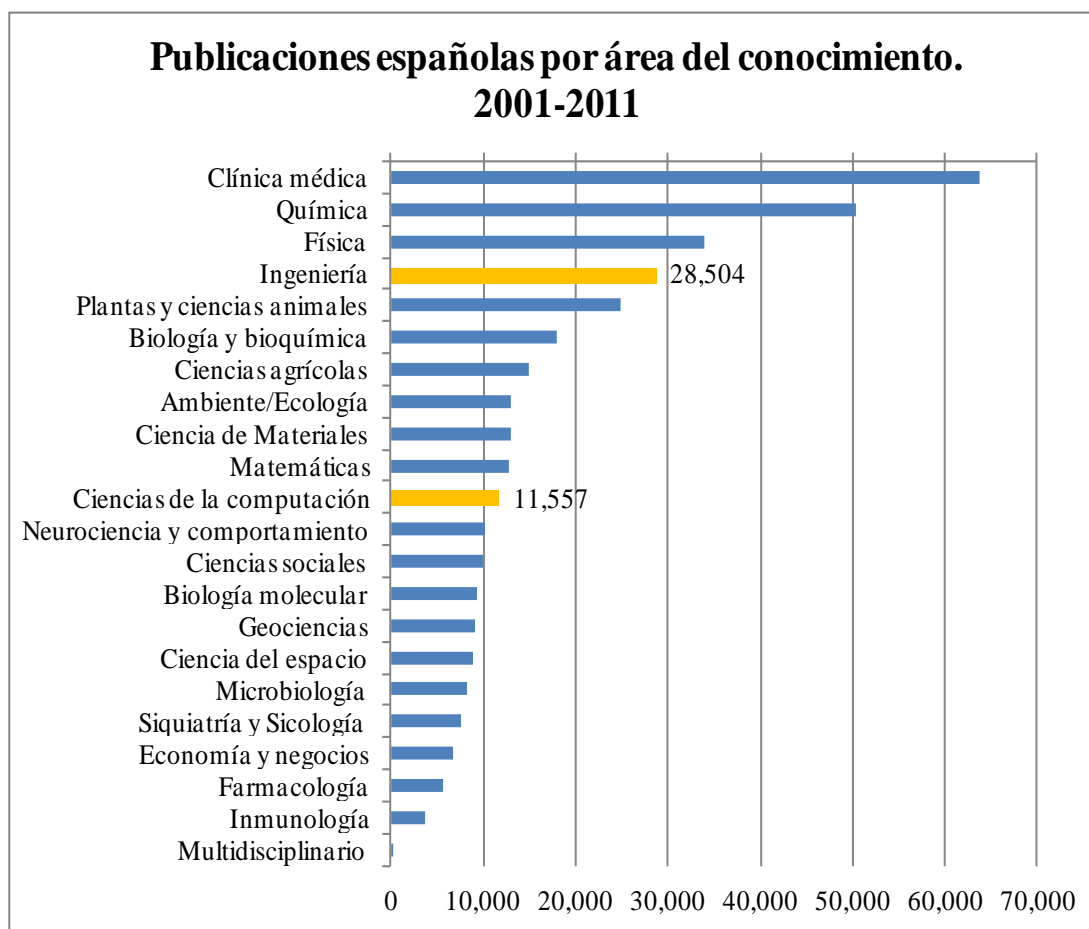


Fuente: Institute for Scientific Information (ISI), Web of Knowledge. Elaboración propia.

Publicaciones

España muestra fortalezas en publicaciones en sectores como clínica médica o química; en el sector de nuestro interés se encuentra que los campos de ingeniería y ciencias de la computación presentan comportamientos disímiles, y que entre el periodo comprendido entre 2001 y 2011, en ingeniería se publicaron cerca de 28.000 artículos, mientras que para ciencias de la computación un poco más de 11.000.

FIGURA 13: Publicaciones españolas por área de conocimiento 2001-2011.

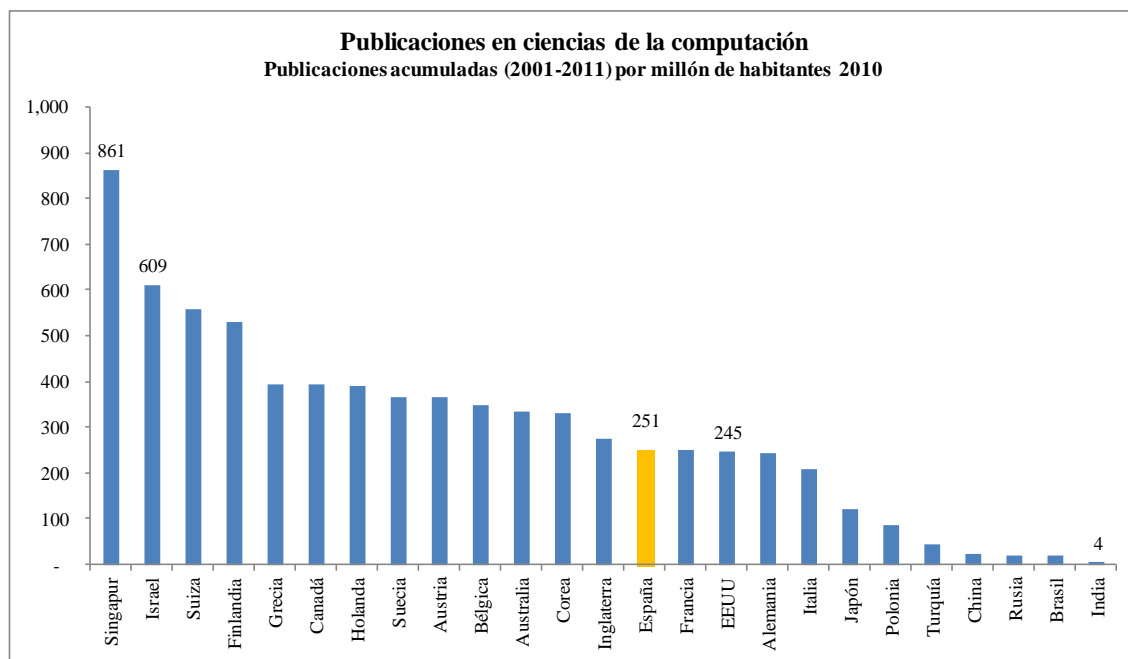


Fuente: ISI, Web of Knowledge. Elaboración propia.

Si se revisan las publicaciones para este mismo periodo por millón de habitantes, encontramos que España ha publicado entre 2001 y 2011 cerca de 241 artículos por millón de habitantes en el campo de ciencias de la computación y que se encuentra en el mismo nivel de países como Inglaterra, Francia o Estados Unidos.

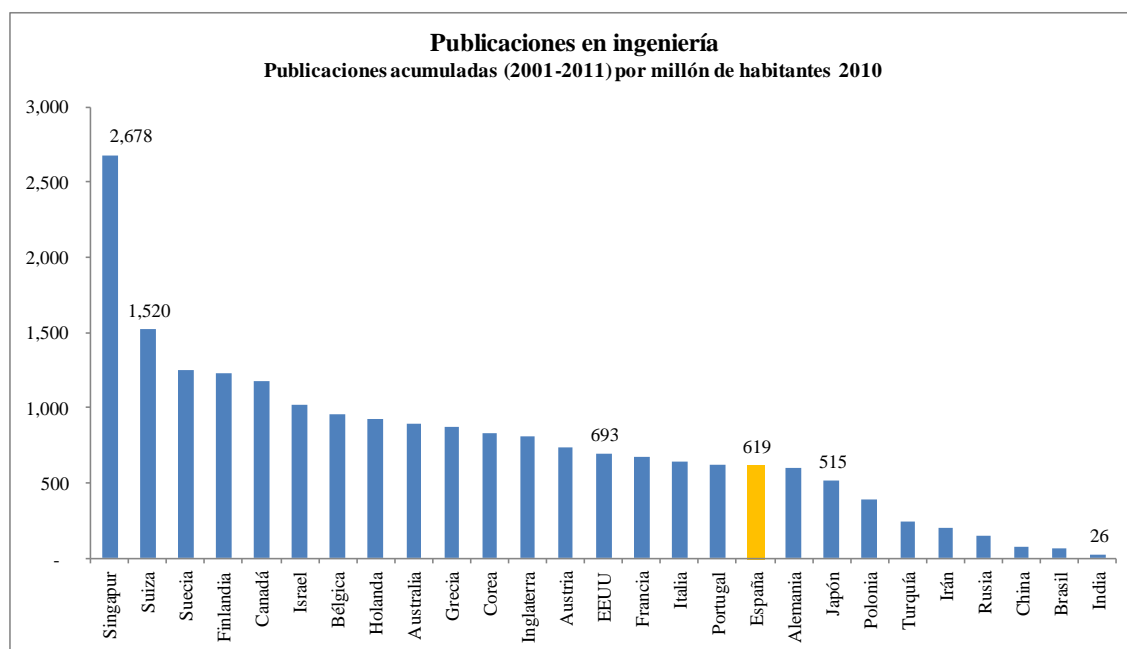
Revisando las publicaciones en el campo de la Ingeniería, que aunque pueden incluir materias que no están directamente relacionadas con el sector, se encontró que España ha publicado alrededor de 619 artículos por cada millones de habitantes y que se encuentra a la par de países como Francia, Italia, Portugal o Alemania.

FIGURA 14: Publicaciones españolas por millón de habitantes 2001-2011. Ciencias de la computación.



Fuente: ISI, Web of Knowledge y Banco Mundial (BM).Elaboración propia.

FIGURA 15: Publicaciones españolas por millón de habitantes 2001-2011. Ingeniería.



Fuente: ISI, Web of Knowledge y Banco Mundial.Elaboración propia.

GESTIÓN DEL GOBIERNO Y LAS INSTITUCIONES

Facultades

Para que se pueda asegurar el futuro de un sector es necesario que haya empresas que formen parte de él. Con la innovación ocurre lo mismo; además de ser necesaria la presencia de empresas que son el principal agente innovador, es fundamental la existencia de centros formativos y de investigación.

Estos suponen la base o el primer paso del proceso de creación de conocimiento en un sector puesto que no sólo producen trabajadores formados y con capacidad de aportar valor añadido a sus empresas (y desarrollar eventuales innovaciones) sino que de ellos surgen los investigadores del ámbito académico, los doctores. Sin embargo, el efecto de los centros formativos no se limita a la producción de lo que podríamos llamar Capital Humano. Su labor va más allá y comprende también el desarrollo de proyectos de investigación que forman la base de conocimiento sobre el que se asentarán las innovaciones futuras.

Por todo ello es importante conocer el número de este tipo de organizaciones que, desde la administración pública, se destinan al trabajo y el avance en el sector que nos ocupa. En este estudio se ha centrado la atención en los centros formativos de nivel superior con una mayor relación con el sistema educativo nacional, esto es la formación universitaria. En la medida de lo posible, cuando la disponibilidad de datos lo ha permitido, se han considerado los estudios de **ingeniería electrónica**. Se trata de un punto de corte que hay que establecer al realizar un análisis de un sistema concreto, aunque eso suponga dejar fuera agentes que interactúan con el sector, como pueden ser los ingenieros de telecomunicaciones.

Según datos del INE el número de facultades universitarias en las que se imparte la licenciatura de ingeniería electrónica es de 15, de las cuales sólo una de ellas forma parte de una universidad privada. Esta cifra se ha mantenido constante desde el curso 2000/2001 hasta el último del que se ofrecen datos (2009/2010).

Analizar este indicador por separado no permite llegar a ninguna conclusión, el dato en sí mismo no es ni elevado ni bajo. Si se estudia su evolución (constante en los últimos 10 años) es posible señalar que el interés mostrado por los gobernantes en dotar al país de una base en ingeniería electrónica, al menos no ha decaído en este tiempo.

Un análisis algo más interesante es el que se realiza comparando el número de facultades que ofrecen estudios relacionados con el sector electrónico frente al número total de universidades. Los datos del INE indican que el número de universidades públicas en España en el curso 2009/2010 era de 48, el mismo dato que el del curso 2000/2001. Por su parte las universidades privadas han pasado de 18 durante el curso 2000/2001 a 25 en el último curso.

El número de universidades públicas se ha mantenido constante en el periodo analizado, de igual forma que la cifra de facultades de este tipo de universidades. Por lo tanto se puede decir que ni se está fomentando el desarrollo del conocimiento en el sector electrónico ni todo lo contrario. El porcentaje de universidades públicas que dedican recursos a la investigación y la formación en este tipo de ingeniería es del 30%.

Por su parte el número de universidades privadas ha aumentado en 7 (un 39%), mientras que la cifra de facultades pertenecientes a universidades privadas en las que se imparten estudios de ingeniería electrónica se mantiene constante. Este hecho sí muestra una clara falta de interés por parte de las universidades privadas en fomentar el conocimiento básico en el sector electrónico. Frente al 30% de universidades públicas que ofrecen cursos de ingeniería electrónica, sólo un 4% (1 de 25) de universidades privadas hace lo mismo.

Del análisis del número de facultades y universidades se extraen dos hechos relevantes que llevan a la misma conclusión. Los hechos son que, por una parte, como se acaba de indicar, en los últimos 10 años se ha incrementado el número de universidades privadas pero no el número de sus facultades en las que se imparten estudios de ingeniería electrónica. Por otro lado sólo un 7% de las facultades que ofrecen este tipo de estudios pertenecen a universidades privadas (1 de 15).

Para un mayor nivel de detalle obsérvese la tabla 3.

TABLA 3: Universidades y facultades de electrónica.

| Universidades | 2000-01 | 2009-10 | Facultades | 2000-01 | 2009-10 |
|---------------|---------|---------|------------|---------|---------|
| Públicas | 48 | 48 | Públicas | 14 | 14 |
| Privadas | 18 | 25 | Privadas | 1 | 1 |

Fuente: INE. Elaboración propia.

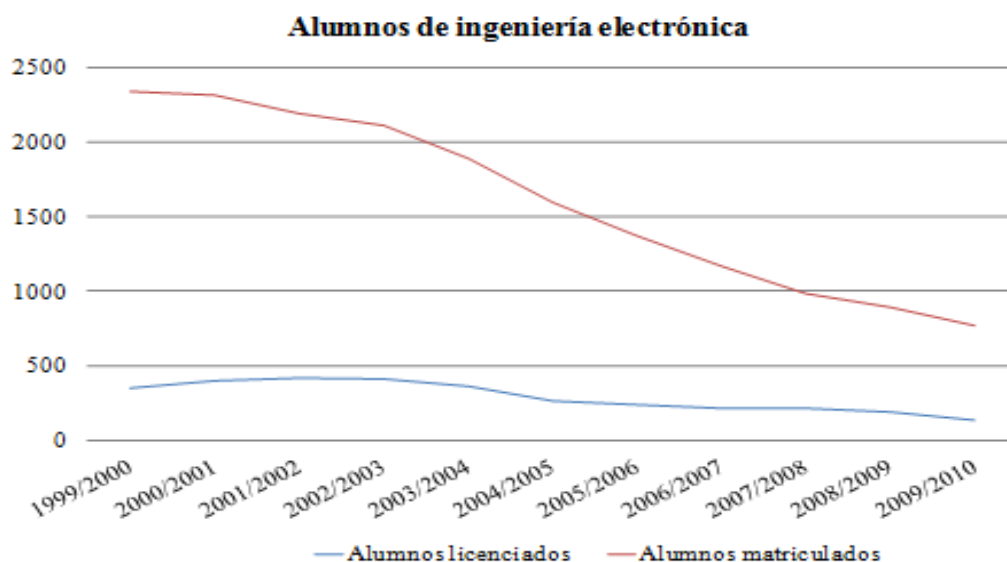
La conclusión de este análisis es que en España el conocimiento y la investigación básica relativas al sector electrónico son casi de forma exclusiva responsabilidad de las universidades públicas.

Ingenieros

Como ya se expuso en el punto anterior una de las funciones de las facultades es la de producir Capital Humano que en el caso del sector electrónico son los ingenieros.

La función de creación de nuevos ingenieros para el sector se puede estudiar con los datos de alumnos matriculados y sobre todo alumnos licenciados en los estudios de ingeniería electrónica. La evolución que han experimentado ambos colectivos a lo largo de la última década se resume en la siguiente figura.

FIGURA 16. Evolución estudiantes ingeniería electrónica.



Fuente: INE. Elaboración propia

A la vista de la figura se pueden comprobar dos hechos; que el número de alumnos licenciados es muy inferior al de matriculados y que este segundo grupo está disminuyendo rápidamente.

Que el número de matriculados supere al de licenciados es algo comprensible y no se limita al ámbito de la ingeniería electrónica, no todos los alumnos matriculados terminan sus estudios (ya sea por su dificultad, falta de compromiso por parte del alumno, pérdida de interés, problemas económicos o familiares...). Sin embargo, la caída en el número de matriculaciones no tiene una explicación tan simple. Menos aún cuando, como ya se ha comprobado, el número de facultades que ofrecen estos estudios no ha descendido.

Se trata sin duda de un indicador que avisa sobre una posible escasez futura de personal adecuadamente formado en el sector.

De hecho hay más motivos para pensar en posibles dificultades para el sector en los próximos años. Estos proceden de la cifra de licenciados, es decir del flujo de entrada real de ingenieros al sector.

Aunque a la vista de la figura, el descenso en el número de licenciados no parece experimentar un descenso tan pronunciado como el del número de matriculados, las cifras no engañan y muestran que realmente la situación es peor de lo que parece.

El descenso total en el número de alumnos matriculados a lo largo del período analizado es de un 67% pasando de 2.336 alumnos en el curso 1999/2000 a tan sólo 767 para el curso 2009/2010. Por su parte la caída en el número de licenciados ha sido del 62% (5 puntos porcentuales menos de caída que en el número de matriculados) reduciéndose la cifra de 347 a 133. La diferencia en los ritmos de caída no es excesiva, por lo que ambos conjuntos están disminuyendo drásticamente.

Pero hay que tener en cuenta que los alumnos licenciados han estudiado durante un período de 5 años, por lo que los efectos del descenso en el número de matriculaciones en un año no se traducen en un menor número de alumnos licenciados hasta al menos pasado un lustro. Teniendo esto en cuenta es útil realizar la comparación entre los períodos 2001/2002-2005/2006 en el caso de las matriculaciones y 2005/2006-2009/2010 para los alumnos licenciados. De esta forma se comprueba que el número de alumnos matriculados ha pasado de 2189 a 1370 experimentando un descenso del 37%, mientras que el número de alumnos licenciados ha descendido de los 241 hasta los 133, es decir un 45%.

De nuevo los datos no son nada alentadores. El número de alumnos licenciados está cayendo a mayor velocidad que el de los matriculados por lo que las previsiones de una sequía de talento hacia el sector electrónico parecen confirmarse.

Personal investigador

Los datos de número de facultades y de estudiantes matriculados y licenciados están relacionados con el ámbito académico pero también ofrecen información acerca del estado del sector en términos de Capital Humano y mano de obra. Con el objetivo de centrar el estudio en conceptos más claramente relacionados con la innovación, en concreto con la fase de investigación, se incluye un análisis de la evolución del personal investigador universitario.

Las facultades no son en sí mismas generadoras de investigación o innovaciones sino una plataforma desde la que grupos de personas pueden realizar esta labor de ampliación del conocimiento sobre un campo concreto. Las facultades pueden ser numerosas y contar con muy buenos recursos, pero deben acompañarse de un número suficiente de profesionales cualificados para que puedan cumplir su función como centros generadores de conocimiento.

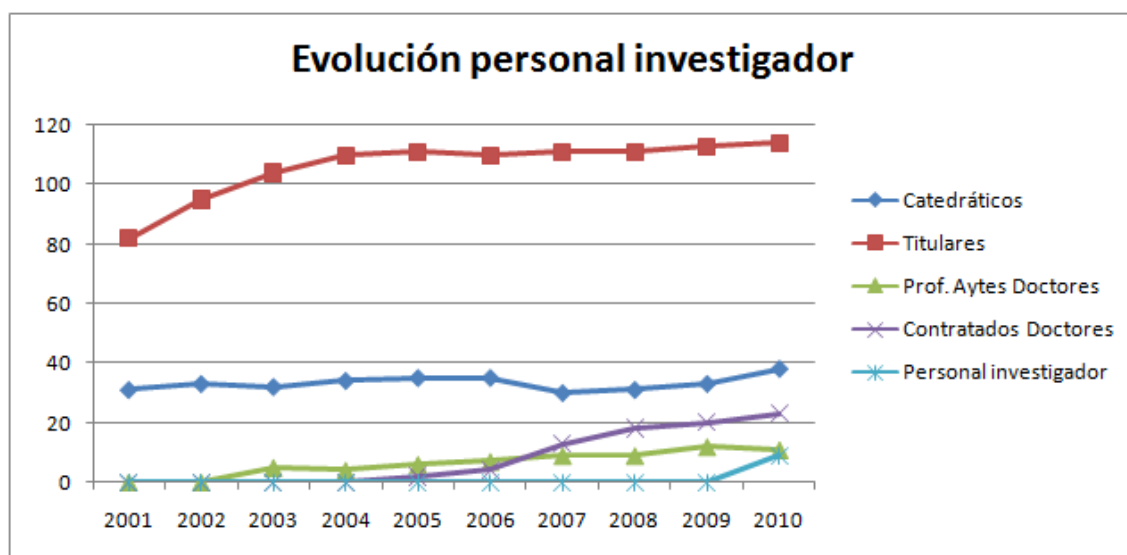
A continuación se presenta la tabla 4 que recoge las cifras de personal investigador universitario en los últimos 10 cursos. Los datos reflejan únicamente la situación de las universidades públicas ya que, como se ha demostrado en el apartado anterior, son con diferencia las más representativas para el sector electrónico.

TABLA 4. Investigadores en universidades públicas.

| Investigadores en ingeniería electrónica en universidades públicas | | | | | | | | |
|---|--------------|-----------|-------------|----------|-------------|----------|-----------------------|-------|
| Curso\Tipo de personal | Catedráticos | Titulares | Prof. Aytes | Doctores | Contratados | Doctores | Personal investigador | TOTAL |
| 2009 - 2010 | 38 | 114 | 11 | 23 | 9 | 195 | | |
| 2008 - 2009 | 33 | 113 | 12 | 20 | nd | 178 | | |
| 2007 - 2008 | 31 | 111 | 9 | 18 | nd | 169 | | |
| 2006 - 2007 | 30 | 111 | 9 | 13 | nd | 163 | | |
| 2005 - 2006 | 35 | 110 | 7 | 4 | nd | 156 | | |
| 2004 - 2005 | 35 | 111 | 6 | 2 | nd | 154 | | |
| 2003 - 2004 | 34 | 110 | 4 | . | nd | 148 | | |
| 2002 - 2003 | 32 | 104 | 5 | . | nd | 141 | | |
| 2001 - 2002 | 33 | 95 | nd | nd | nd | 128 | | |
| 2000 - 2001 | 31 | 82 | nd | nd | nd | 113 | | |

Fuente: INE. Elaboración propia.

Para presentar de forma más clara, aunque menos detallada, la evolución del personal investigador en los últimos 10 cursos se incluye la figura 17, presentada a continuación.

FIGURA 17. Evolución del personal investigador.

Fuente: INE. Elaboración propia.

La primera observación que hemos de realizar no se refiere a los datos en sí mismos sino a su método de recopilación. Con el paso del tiempo la desagregación de la información ofrecida por el INE ha ido aumentando, pasando de mostrar tan sólo el número de Catedráticos y Profesores titulares a incluir la cifra de Profesores ayudantes Doctores, Doctores contratados y en el último curso incluso personal investigador.

De esta evolución se desprende un mayor interés por comprender el modo en que se investiga y los recursos humanos destinados a ello. Especialmente destacable es la inclusión de la categoría introducida en el curso 2009/2010.

Las cifras mostradas están restringidas al ámbito del sector electrónico, pero el cambio de metodología afecta a todos los datos sobre personal de universidades públicas que ofrece el INE. Por lo tanto la mayor atención prestada desde las autoridades a la investigación académica es extensible a todos los campos de conocimiento. Esto quiere decir desde el punto de vista de la materia que nos ocupa que no se trata de una actuación sobre el Sistema Sectorial de Innovación sino de algo más amplio como es el sistema nacional.

Una vez hecha esta apreciación y centrando el estudio en la evolución de los datos, se puede ver que el personal que de una manera u otra realiza tareas de investigación en las facultades de ingeniería electrónica va en aumento. Este hecho contrasta con el descenso en el número de matriculaciones y puede ser una señal de que se están tomando medidas para reactivar la labor de las facultades.

El colectivo que mayor crecimiento experimenta en los últimos 10 años es el de profesores titulares, pero se estanca desde el curso 03/04. Posiblemente se deba a un déficit de este tipo de personal que se cubrió en los primeros años de la década y los finales de la anterior. Recientemente (desde el curso 2004-2005) se produce un rápido crecimiento de la cifra de Doctores contratados. Se trata de un hecho positivo pues es necesario que las facultades dispongan de una base amplia de personal investigador a un nivel inferior al de los Profesores titulares o Catedráticos pues forman una muy buena plantilla de personal de apoyo.

Hay que considerar estas cifras en relación con el número de facultades entre las que se reparte el personal. La densidad de personal en las facultades es la siguiente: 2,7 Catedráticos, 8 Profesores titulares, 0,8 Profesores ayudantes Doctores, 1,6 Doctores contratados y 0,6 en el caso de personal investigador.

En la actualidad el personal investigador puede ser insuficiente pero se viene mejorando esa situación en los últimos años, lo que lleva a pensar que en el futuro se amplíe la disponibilidad de investigadores en las facultades públicas.

Colaboración y apoyo a las empresas

Por parte del gobierno existe una forma de influir directamente en la capacidad innovadora de las empresas en un plazo de tiempo reducido. Esta forma consiste en la concesión de subvenciones y ayudas para el desarrollo de proyectos de innovación o la creación de empresas con fuerte potencial innovador.

Dentro del sector electrónico español existen ayudas concedidas tanto por la administración central como por las Comunidades Autónomas (CC.AA.) Desde Secartys (Asociación Española para la Internacionalización de las Empresas de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones) ayudan a las empresas que lo soliciten en la tramitación de las líneas de ayudas a la innovación.

Actualmente hay abiertas 6 líneas de ayuda, todas ellas a nivel autonómico. Destaca el caso de Castilla y León que actualmente tiene abiertas 3 líneas de ayuda. Existen otros 63 programas de subvenciones que se encuentran pendientes de nueva convocatoria, de entre los cuales sólo 7 corresponden a la administración central.

Considerando el total de ayudas es posible identificar las regiones que más proyectos tienen en cartera (Cataluña con 17, y la Comunidad Valenciana, País Vasco y Extremadura con 6) y las que menos (las Islas Baleares con ningún proyecto y Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha y La Rioja con uno)

Además de estas líneas de ayudas a la innovación específicas del sector electrónico existen otras subvenciones, deducciones fiscales y programas de compras públicas innovadoras que, si bien no están destinadas específicamente a este sector, pueden incluir entre sus beneficiarios a empresas del mismo.

En resumen, el sector cuenta con ayudas específicas para la innovación, en las que las autonomías juegan un papel fundamental (lo que dará lugar a heterogeneidades a nivel regional) y puede recibir impulsos desde el gobierno mediante la participación en programas de ayuda más genéricos.

Marco regulador

De forma menos directa que las ayudas a la innovación, los gobiernos pueden actuar sobre la investigación en un sector desarrollando políticas de innovación y creando programas que las articulen. En el caso del sector electrónico no existen medidas de calado que circunscriban su ámbito de actuación al sector definido por los códigos 26 y 27 de la CNAE 2009, pero sí que existen una serie de políticas que influyen al sector electrónico en tanto pertenece al SNI español o se encuentra en agrupaciones macrosectoriales más amplias, como las TIC que sí disponen del Plan Avanza 2.

Las medidas políticas que afectan a la innovación en el sector pueden provenir de varios niveles administrativos, siendo los más importantes el nacional y el europeo.

En cuanto a las políticas a nivel estatal encontramos el siguiente marco regulador:

- Ley de la Ciencia (del 12.05.2011). Establece un marco para el fomento y la coordinación de la investigación científica. Forma parte de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de la Estrategia Española de Innovación.
- Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Recoge los objetivos generales que han de regir las políticas de ciencia y tecnología.

- Plan Nacional de I+D+i. Es el instrumento de programación con el que alcanzar los objetivos de la política de innovación definidos en la Ley y la Estrategia previamente mencionadas.
- Programa de Trabajo de I+D+i. Recoge el calendario de convocatorias públicas de los programas de fomento de la I+D+i.
- Programa Ingenio 2020. Se crea con el objetivo de acercar España a la Unión Europea (UE) en investigación. Especialmente importante para el sector electrónico es el objetivo de alcanzar la media de la UE-15 en %PIB destinado a TIC.

Las acciones más relevantes desde la Unión Europea son las siguientes:

- Espacio Europeo de Investigación. Se pretende crear una unión investigadora con relaciones fuertes, carácter integrador y con conexiones con el exterior de la UE que posibiliten la apertura a la innovación.
- Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Es el principal instrumento legal y económico de la investigación comunitaria.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras la realización de un estudio acerca del Sistema de Innovación del Sector Electrónico en España se ha llegado a las conclusiones que se recogen a continuación.

1. El **tejido empresarial** del sector principalmente centrado en la Comunidad de Cataluña y Madrid ha disminuido y las empresas restantes cada vez tienen menores índices de producción.
2. El **déficit comercial** del sector se ha incrementado en los últimos años mostrando una alta dependencia por importaciones.
3. La **inversión extranjera** hacia y desde el sector viene disminuyendo desde mediados de los años 90.
4. La proporción de empresas del sector que realizan actividades de **I+D**, así como su intensidad es superior a la de la economía.
5. Las **fuentes de información** para la innovación son eminentemente internas.
6. No existen Ventajas Tecnológicas Relativas (**VTR**) en el sector, pero sí una convergencia respecto a los líderes mundiales.
7. Las **universidades públicas** son el cimiento de la base de conocimiento del sector.
8. El **papel de las CC.AA.** a la hora de articular las ayudas a la innovación supera al del Estado.
9. No existen **políticas** específicas de fomento de la innovación en el sector.

Como conclusión general se puede extraer la mayor relación entre universidades y empresas que entre ambos grupos y el gobierno.

Con el objetivo de aportar un mayor valor añadido al trabajo realizado, más allá de la caracterización del sistema de innovación, se incluyen algunas recomendaciones encaminadas a mejorar su situación.

- ✓ La creación de estímulos para evitar la mortandad de las empresas del sector debe ser una prioridad para el gobierno.
- ✓ Sería aconsejable que desde el gobierno se fomentase la creación de facultades privadas en las que se avance en el conocimiento sobre el sector electrónico.
- ✓ Habría que promover desde el gobierno que los estudiantes escojan la carrera de ingeniería electrónica y estudiar los motivos del descenso continuo de las matriculaciones y especialmente del número de licenciados.

BIBLIOGRAFÍA

Freeman, C. 1995. The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19:1, pp 5-24.

List, F. 1841. *The National System of Political Economy*, English Edition (1904) London, Longman. Tomado de: Freeman 1995.

Lundvall, B-Å (ed.) 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter. Tomado de: Freeman 1995.

Nelson, R.R; Rosenberg, N. 1993. Technical Innovation and National Systems. En Nelson, R.R. (ed.) *National Systems of Innovation: A Comparative Study* (pp. 3-20). Oxford. Oxford University Press.

OCDE (2005). *Manual de Oslo* (3ª ed). París, OCDE.

Otras fuentes no bibliográficas consultadas.

- AMETIC: www.ametic.es
- CDTI: www.cdti.es
- Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones: www.cmt.es
- FECYT (ICONO): www.icono.fecyt.es
- ICEX: www.icex.es
- Instituto Nacional de Estadística: www.ine.es
- Ministerio de Economía y Competitividad: www.micinn.es
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio: www.minetur.gob.es
- Revista española de electrónica: www.redeweb.com
- SECARTYS: www.secartys.org