
PATENTES Y DESARROLLO REGIONAL DE INSTRUMENTOS MÉDICOS EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

.....
ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ
MANUELA PÉREZ PÉREZ

Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Centro Politécnico Superior de Zaragoza

DURANTE LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS, UNA ENORME CANTIDAD DE EVIDENCIAS EMPÍRICAS DE UN TIPO U OTRO HAN PUESTO DE MANIFIESTO QUE LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN Y CAMBIO TECNOLÓGICO ESTÁN ESPACIALMENTE DIFERENCIADOS,

147

tanto a nivel regional como internacional (Harris, 1988). De la misma forma, distintas evidencias han demostrado la interrelación entre crecimiento económico y cambio técnico a escala nacional y regional. En este sentido, puede admitirse que las actividades relacionadas con la innovación tecnológica son un factor clave en el desarrollo económico (Stohr, 1988). El crecimiento económico se materializa mediante la creación de nuevas actividades en empresas por parte de emprendedores y gerentes innovadores. Si la empresa desarrolla su propia tecnología o la

incorpora del exterior, conseguirá que mejore su competitividad. Cuando esto sucede simultáneamente en un grupo de empresas localizadas en un área particular, los efectos combinados pueden contribuir a un dinamismo espacial y a un desarrollo económico de la zona.

Las empresas de alta tecnología constituyen uno de los activos de las regiones para alcanzar el deseado crecimiento económico. Durante los años setenta y ochenta, distintas aglomeraciones de empresas de alta tecnología —informáti-

ca, telecomunicaciones, biotecnología— se desarrollaron en diversos ‘Silicon Valley’ alrededor del mundo. Al mismo tiempo, los gobiernos regionales de los países industrializados apoyaron el desarrollo regional endógeno y exógeno de estas empresas en Parques Tecnológicos y Centros de Innovación (Castells y Hall, 1994).

Algunas de estas empresas de alta tecnología han experimentado crecimientos espectaculares en sus cifras de empleo, ventas o exportaciones. De la misma for-

ma, algunas de las zonas en las que estas empresas de alta tecnología tienen importancia han alcanzado significativos crecimientos en el empleo indirecto de otros sectores de actividad. Por ejemplo, la experiencia de las Tecnópolis japonesas indica que el desarrollo de empresas de alta tecnología ha reducido las diferencias regionales en producción y empleo entre las prefecturas japonesas (Stohr y Ponighaus, 1992). Además, las empresas de alta tecnología desempeñan también un papel importante en la red de innovación de una región, contribuyendo a la transferencia de tecnología y a reforzar el nivel tecnológico del tejido industrial (Autio, 1997).

Las industrias de alta tecnología se definen habitualmente como aquellas que dedican simultáneamente más recursos a I+D, emplean a un mayor porcentaje de técnicos y personal cualificado en la plantilla, y producen bienes o servicios que son más innovadores y con un ciclo de vida más corto que en el promedio de la industria. Una de las industrias que cumple con estos criterios en Estados Unidos y en Europa es la industria de instrumentos médicos. Esta industria desarrolla, fabrica y suministra los instrumentos y equipos que se utilizan en los distintos centros del sistema sanitario: hospitales, clínicas y centros de salud.

Además de constituir un elemento tecnológico clave en el funcionamiento del sistema sanitario, la industria de instrumentos médicos presenta altas tasas de crecimiento debido a que la población de los países industrializados está envejeciendo progresivamente y su mayor nivel de vida hace que también se demanden mejores servicios sanitarios. Las empresas de instrumentos médicos forman también parte de algunos complejos médicos que existen en distintas partes del mundo y que constituyen un polo de crecimiento para algunas áreas urbanas como evidencian los ejemplos de Denver, Seattle o Rotterdam (Van den Berg y Van Klink, 1996).

La industria mas grande de instrumentos médicos se encuentra en Estados Unidos. En la Unión Europea existen unos 5.000 fabricantes que emplean a unas 240.000 personas; Alemania es el principal mercado europeo y concentra el 40% de la pro-

ducción y el 54% del valor añadido. Otros fabricantes europeos importantes se encuentran en Francia, Reino Unido y Suecia. La industria de equipos médicos muestra un alto grado de concentración espacial. Por ejemplo, existen aglomeraciones de empresas de instrumentos médicos en el sureste de Inglaterra, en los alrededores de París, o cerca de las universidades científicas de Lund en Suecia.

A pesar de la importancia de la industria de instrumentos médicos, apenas existen estudios que analicen los factores que determinan la concentración espacial de las actividades innovadoras en esta industria. Este trabajo quiere contribuir al área de investigación del desarrollo regional y el cambio tecnológico, estudiando el grado de concentración espacial de las actividades económicas e innovadoras en la industria española de instrumentos médicos.

El trabajo se divide de la siguiente manera. El segundo apartado muestra la distribución espacial de las actividades económicas y las patentes y modelos de utilidad concedidos en el periodo 1979-1995. El tercer apartado presenta un marco de análisis de los determinantes de la distribución espacial de las patentes de los equipos médicos, y analiza los resultados de un estudio empírico realizado con dicho marco teórico. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y PATENTES

La economía española se ha caracterizado tradicionalmente por una elevada concentración de sus actividades económicas en sus dos principales áreas metropolitanas —Madrid y Barcelona— que en 1995 concentraban el 35% del Producto Interior Bruto. Como consecuencia de los procesos de aglomeración, las actividades de alta tecnología se encuentran también concentradas en unas pocas regiones. En 1998, tres de las diecisiete Comunidades Autónomas concentraban el 63,6% de los gastos totales en I+D —Madrid (30,9%), Cataluña (22,8%) y Andalucía (9,9%)—.

Las actividades industriales innovadoras también se encuentran espacialmente muy concentradas porque tres Comunidades acogían en 1997 el 58% de los gastos en innovación de las industrias españolas: Cataluña (25,3%), Madrid (22,4%) y País Vasco (10,3%). En cuanto a las industrias de alta tecnología, distintos estudios evidencian que la de instrumentos médicos ha sido una de ellas durante los últimos quince años (Giráldez, 1988; Crespo y Velázquez, 1999).

La cuota de mercado europeo de la industria española de instrumentos médicos en 1997 era del 10,9% del consumo, pero sólo del 5% en términos de producción y el 3% en valor añadido. El mercado español de instrumentos médicos depende en gran medida de las importaciones de Europa y Estados Unidos porque únicamente la mitad del consumo nacional es suministrado por empresas situadas en España.

Un estudio de la competitividad del sector exterior de productos médico-quirúrgicos evidenciaba el valor negativo de dicha competitividad para los distintos productos en el periodo 1985-1995 (Martínez y Urbina, 1998). La tabla 1 muestra algunas estadísticas descriptivas de la industria española de instrumentos médicos en el periodo 1993-1998 y su comparación con el total de la industria española.

Este apartado del trabajo analiza el grado de concentración espacial de las actividades económicas e innovadoras en la industria española de instrumentos médicos. Un indicador del grado de concentración económica es la distribución local o regional de empresas y empleo. En consecuencia, la tabla 2 presenta la distribución provincial de las empresas fabricantes de instrumentos médicos en 1998, en la que puede apreciarse que dos provincias —Madrid y Barcelona— concentran el 76,7% de las empresas fabricantes y el 79,5% del empleo de esta industria. El resto de las empresas fabricantes se encuentra disperso en gran parte por el resto del territorio.

Este grado de concentración espacial es aún mayor cuando se tienen en cuenta únicamente a los fabricantes de instrumentos de alto contenido tecnológico

(tabla 3), porque todos ellos se encuentran localizados en Madrid o Barcelona. Incluso si se realiza el análisis con los equipos más utilizados aunque no sean de alta tecnología, como los de monitorización, diagnóstico y terapéutica, la concentración espacial de las empresas fabricantes de estos equipos da valores superiores al 50% para Madrid y más del 30% para Barcelona. Con la excepción de la Comunidad Valenciana, el resto del sistema sanitario del territorio depende de las empresas distribuidoras para acceder a estos equipos.

La segunda dimensión espacial analizada en este trabajo es la distribución de las actividades tecnológicas. Hay que decir previamente que aunque la cuestión de como medir el cambio técnico ha sido analizada por los economistas durante mucho tiempo, no existe aún un procedimiento universalmente aceptado. Una gran parte del cambio técnico es el resultado de las actividades de I+D y uno de los escasos indicadores directos de los resultados de dichas actividades es el número de patentes solicitadas y concedidas (Griliches, 1990).

Quizás sea éste el indicador más utilizado para medir la actividad innovadora aunque este indicador no deja de presentar algunas limitaciones. Las principales son que no todas las invenciones son patentadas, y que no todas las invenciones patentadas se convierten en innovaciones. Además, las patentes presentan diferencias en su impacto económico, y la cantidad y calidad de lo patentado varía entre sectores industriales y pueden intervenir en ello factores del azar, de la utilidad que perciban los gerentes del patentamiento de un desarrollo tecnológico, y de la facilidad con que dicho desarrollo pueda convertirse en una patente (Arun-del y Kabla, 1998).

A pesar de las consideraciones anteriores, muchos autores han utilizado los datos de patentes como un indicador básico de las actividades tecnológicas que se convierten en innovaciones de producto y de proceso (por ejemplo, Ernst, 1997). Por este motivo, se ha utilizado la base de datos CIBEPAT de la Oficina Española de Patentes y Marcas para valorar el grado de concentración espacial de las activida-

TABLA 1
PRINCIPALES VARIABLES COMPARATIVAS DE LA INDUSTRIA FABRICANTE
DE PRODUCTOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS
EN MILES DE PESETAS

	1993		1995		1998	
	MQ	IND	MQ	IND	MQ	IND
Facturación por empleado	8.059	15.680	8.972	19.829	10.830	22.825
Inversión por empleado	317	759	353	870	473	1.089
Número de empleados por empresa	7,0	14,9	7,5	15,6	7,7	15,7
% de empresas < 20 empleados	n.d.	n.d.	93,1	87,4	94,8	86,6
Gasto de personal por hora	1.409	1.897	1.477	1.983	1.564	2.116
Gasto de personal por empleado	2.492	3.312	2.611	3.467	2.790	3.721
% de empleados sobre total industria	0,38	100	0,36	100	0,42	100
% facturación sobre total industria	0,19	100	0,16	100	0,20	100

Notas: MQ, industria de equipos e instrumentos médico-quirúrgicos y de aparatos ortopédicos; IND, total industria en España. n.d.-dato no disponible.

FUENTE: Elaboración propia con datos de la Encuesta Industrial del INE.

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DEL EMPLEO Y DEL NÚMERO DE EMPRESAS
FABRICANTES DE INSTRUMENTOS MÉDICOS EN 1998

	Nº fabricantes	%	Nº empleos	%
Barcelona	231	48,7	6.804	53,8
Madrid	133	28,0	3.258	25,7
Valencia	26	5,5	542	4,3
Asturias	8	1,6	120	0,9
Alicante	7	1,5	227	1,8
Navarra	7	1,5	174	1,3
Guipúzcoa	6	1,2	268	2,1
Sevilla	6	1,2	152	1,2
Gerona	5	1,1	273	2,2
Vizcaya	5	1,1	100	0,8
Resto de España	40	8,6	730	7,1
Total	474	100,0	12.648	100,0

FUENTE: Elaboración propia con datos de las guías Puntex.

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE LAS EMPRESAS
QUE FABRICAN ALTA TECNOLOGÍA MÉDICA

	Fabricantes	Distribuidores	Importadores	Servicios
Madrid	6	8	10	1
Barcelona	3	8	11	2
Valencia	-	1	1	-
Resto de España	-	6	-	-
Total	9	23	21	3

Notas: Los equipos de alta tecnología considerados han sido los de tomografía computadorizada, angiografía digital, resonancia magnética, litotricia extracorpórea, radiología computadorizada, equipos de hemodinámica, gammacameras, bombas de cobalto y aceleradores lineales. Las empresas incluidas en el epígrafe de resto de España son 2 en Las Palmas de Gran Canaria, y 1 en cada una de las provincias de La Coruña, Navarra, Toledo y San Sebastián.

FUENTE: Elaboración propia con datos de las guías Puntex.

des innovadoras en el sector de instrumentos médicos. El estudio incluye todas las patentes y modelos de utilidad concedidos a residentes españoles en el periodo 1979-1995.

La diferencia entre una patente y un modelo de utilidad radica en el periodo de protección que se concede al inventor que es de 20 años para la patente y de 10 años para el modelo, y en el grado de invención que es mayor para la patente que para el modelo de utilidad. El periodo de estudio comienza en 1979, porque la base de datos CIBEPAT no incluye el dato de la provincia de residencia del solicitante antes de esa fecha, y termina en 1995 para garantizar que al menos todas las patentes concedidas hasta esa fecha se podían incluir en el estudio porque siempre hay un tiempo, que puede ser de varios años, entre que la patente se solicita y se concede.

La tabla 4 muestra que el 38,8% de las patentes y modelos de utilidad de las invenciones de instrumentos médicos han sido concedidas a residentes de Cataluña, un 24,3% a residentes de Madrid y un 11,5% a residentes de la Comunidad Valenciana. Estas tres Comunidades Autónomas concentran el 75% de todas las innovaciones protegidas desarrolladas durante el periodo 1979-1995, un grado de concentración espacial que es mayor que el promedio del patentamiento industrial en España (Coronado y Acosta, 1997).

Ahora bien, si sólo se consideran las patentes concedidas a empresas —y se excluyen las patentes concedidas a particulares y a instituciones— entonces el grado de concentración espacial aumenta aún más, porque Cataluña, Madrid y la Comunidad Valenciana comprenderían el 84,3% de todas las patentes y modelos de utilidad concedidos en el periodo 1979-1995.

Este alto grado de concentración espacial en el número de patentes y modelos de utilidad es similar a la concentración de los gastos de I+D en actividades médicas en España. La tabla 5 muestra que estas tres Comunidades Autónomas —Cataluña (basicamente la provincia de Barcelona), Madrid, y la Comunidad

TABLA 4
DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD
CONCEDIDOS A RESIDENTES ESPAÑOLES POR INVENCIONES
DE INSTRUMENTOS MÉDICOS
PERIODO 1979-1995

C. Autónoma	Nº patentes	%	Nº modelos de utilidad	%	Patentes a empresas	Modelos a empresas
Andalucía	36	5,0	68	3,7	6	12
Aragón	24	3,3	67	3,7	10	17
Asturias	7	1,0	38	2,1	0	9
Baleares	8	1,1	17	0,9	2	4
Canarias	14	1,9	23	1,3	1	0
Cantabria	1	0,1	6	0,3	0	0
Castilla-La Mancha	7	1,0	5	0,3	0	1
Castilla-León	2	0,3	37	2,0	1	3
Cataluña	280	40,0	697	38,7	107	267
Extremadura	5	0,7	14	0,8	0	2
Galicia	17	2,3	25	1,4	1	1
Madrid	152	21,1	461	25,6	35	168
Murcia	9	1,2	25	1,4	0	4
Navarra	24	3,3	16	0,9	6	6
País Vasco	25	3,4	109	6,1	5	17
La Rioja	3	0,4	5	0,3	0	0
Com. Valenciana	104	14,4	185	10,2	30	57
Total	718	100,0	1,798	100,0	204	568

Notas: Los códigos de la Clasificación Internacional de Patentes incluidos en el estudio son: A61B, A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61K, A61L, A61M, A61N, H04R25/00, H01J35/00, H05G2/00, and G02C.

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 5
CONCENTRACIÓN ESPACIAL DE PRODUCCIÓN Y TECNOLOGÍA
EN EL SECTOR DE PRODUCTOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS EN ESPAÑA

CC.AA.	% de empresas fabricantes	% empleo	% I+D en ciencias médicas	% pacientes	% modelos de utilidad
Cataluña	51,2	53,8	27,1	39,0	38,8
Madrid	28,0	25,7	34,3	21,1	25,6
Com. Valenciana	7,2	6,2	7,7	14,5	10,3
Total 3 CCAA	86,4	85,7	69,1	74,6	74,7

Notas y fuentes: Los porcentajes son sobre el total nacional de cada variable. Los datos de I+D en ciencias médicas corresponden a la agregación de las convocatorias del Fondo de Investigación Sanitaria y del Plan Nacional de Salud y Farmacia, y se han obtenido de las Memorias Anuales de esos Planes. Los datos de I+D en ciencias médicas corresponden al periodo 1983-1995, y los de patentes y modelos de utilidad, al periodo 1979-1995.

Valenciana (principalmente la provincia de Valencia)— concentran el 86,4% de las empresas y el 85,7% del empleo en la industria de instrumentos médicos, y el 69,1% de las actividades de I+D en ciencias médicas.

La tabla 6 muestra el Índice de Patentamiento (IP) y la Ventaja Tecnológica Relativa (VTR) de cada Comunidad Autónoma en los instrumentos médicos. El Índice de

Patentamiento se define como el número de patentes concedidas por millón de habitantes. Se han calculado dos Índices: el primero (IP1) sólo incluye los datos de patentes, mientras que el segundo (IP2) incluye además los datos de modelos de utilidad.

Las Comunidades con un valor más alto del primer Índice son Navarra (46,1 patentes por millón de habitantes), Cata-

luña (45,9) y Madrid (30,2), y las que tienen un valor más bajo son Cantabria (1,9) y Castilla-León (0,8). El segundo Índice tiene los valores más altos en Cataluña (160,4 patentes y modelos por millón de habitantes), Madrid (122) y Navarra (76,9), mientras que los más bajos están en Cantabria (13,2) y Castilla-La Mancha (7,2).

La tabla 6 indica también el porcentaje que las patentes de instrumentos médicos representan en el total de patentes concedidas en cada Comunidad Autónoma. El promedio nacional es del 3%, lo que significa que el 3% de las patentes concedidas a residentes españoles en el periodo 1979-1995 lo fueron para invenciones relacionadas con instrumentos médicos. Algunas Comunidades tienen porcentajes superiores al promedio nacional, lo que sugiere a priori un mayor grado de especialización en el patentamiento de instrumentos médicos que en otros sectores tecnológicos.

Este resultado también se obtiene analizando la Ventaja Tecnológica Revelada (VTR). El ratio VTR_{ij} de una Comunidad Autónoma i en un sector j se define como:

$$VTR_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m PAT_{ij} / \sum_{j=1}^m PAT_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m PAT_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m PAT_{ij}}$$

donde PAT_{ij} es el número de patentes concedidas a residentes de una Comunidad Autónoma i en un sector j , n es el número de Comunidades y m es el número de sectores.

Se han calculado asimismo dos ratios: VTR1 incluye todas las patentes concedidas a residentes de cada Comunidad Autónoma, pero VTR2 sólo incluye las patentes concedidas a empresas e instituciones. Aquellas Comunidades con un VTR superior a la unidad (tabla 6) son las que presentarían una mayor especialización en el patentamiento de instrumentos médicos que en otras actividades.

TABLA 6
ÍNDICE DE PATENTAMIENTO (IP) Y VENTAJA TECNOLÓGICA RELATIVA (VTR)
DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS EN EL SECTOR DE PRODUCTOS
MÉDICO-QUIRÚRGICOS

C. Autónoma	% total patentes región	IP1	IP2	VTR1	VTR2
Andalucía	3,3	4,9	14,4	1,08	1,24
Aragón	3,4	20,2	76,6	1,11	1,05
Asturias	2,6	6,4	41,3	0,86	0,42
Baleares	4,5	10,5	32,9	1,49	1,46
Canarias	8,1	8,7	23,0	2,66	1,67
Cantabria	0,7	1,9	13,2	0,22	0
Castilla-La Mancha	2,5	4,1	7,0	0,82	0
Castilla y León	0,5	0,8	15,5	0,17	0,39
Cataluña	3,1	45,9	160,4	0,98	1,21
Extremadura	6,4	4,6	17,7	2,10	0
Galicia	5,0	6,2	15,3	1,64	2,96
Madrid	2,6	30,2	122,0	0,85	0,63
Murcia	3,5	8,2	31,0	1,16	3,71
Navarra	4,2	46,1	76,9	1,37	1,04
País Vasco	1,5	11,9	63,8	0,48	0,23
La Rioja	2,7	11,3	30,3	0,89	0
Com. Valenciana	4,9	25,9	72,0	1,61	1,74

Notas: El porcentaje de patentes se refiere al que representan las médico-quirúrgicas sobre el total de concedido a residentes de esa Comunidad. Se han considerado dos Índices de Patentamiento. El IP1 se ha calculado como el número de patentes concedidas en el periodo 1979-1995 a residentes españoles en el sector de productos médico-quirúrgicos por millón de habitantes. Para el IP2 se han añadido, al número de patentes, el de modelos de utilidad y su suma se ha expresado en términos de millón de habitantes. La Ventaja Tecnológica Relativa VTR se ha calculado dividiendo el porcentaje regional y nacional de las patentes concedidas en productos médico-quirúrgicos sobre el total de patentes de la región o nación. Se ha distinguido la VTR1 de la VTR2, incluyendo en la VTR1 todas las patentes y en la VTR2, sólo las concedidas a empresas e instituciones.

FUENTE: Elaboración propia con la base de datos CIBEPAT.

FACTORES DETERMINANTES DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INNOVACIÓN

Cualquier análisis del patentamiento en empresas industriales tiene que basarse en un estudio de los determinantes que influyen en la propensión patentadora (Fischer *et al*, 1994). En este apartado, se recogen en primer lugar diversas contribuciones teóricas y empíricas para establecer el marco de análisis del patentamiento en la industria de instrumentos médicos. Cuatro son los factores que, de una revisión de la literatura, más acertado resulta plantear como elementos de análisis: tamaño de empresa, proximidad a actividades médicas, aglomeración, y formación de redes.

PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL MODELO DE ANÁLISIS

Tamaño de empresa. La relación entre tamaño de empresa e innovación ha sido un tema de continuo debate en la literatura (Rothwell y Dodgson, 1994; Dijk *et al*, 1997). Algunos investigadores argumentan que el tamaño facilita la invención porque las grandes empresas tienen mayor capacidad para conseguir financiación, gestionar la información, mantener grandes instalaciones de I+D y atraer a los mejores técnicos y científicos. Sin embargo, otros investigadores (por ejemplo, Rothwell y Zegveld, 1982) destacan la importancia de las pequeñas empresas, especialmente las de alta tecnología, en el proceso de cambio técnico debido a su mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en el entorno exterior (Noteboom, 1994; Rothwell, 1991).

El desarrollo de instrumentos médicos precisa de diferentes capacidades tecnológicas. Mientras que una pequeña empresa de alta tecnología puede desarrollar y fabricar sofisticados instrumentos quirúrgicos, otro tipo de equipos como por ejemplo una resonancia magnética precisa de mayores recursos técnicos que es más fácil que estén a disposición de una gran empresa.

En nuestro caso, un análisis del comercio exterior de instrumentos médicos ha revelado que el déficit comercial español de estos productos es mayor en los pequeños instrumentos de alta tecnología que en los grandes equipos más tradicionales (Martínez y Urbina, 1998). Por lo tanto, planteamos la siguiente hipótesis:

H1. La intensidad de patentamiento a nivel regional (provincial) está positivamente correlacionada con el tamaño medio de empresa fabricante en la industria de instrumentos médicos.

Proximidad a actividades médicas. El segundo determinante del patentamiento incluido en el análisis es la proximidad a los usuarios de estos instrumentos. El desarrollo de los instrumentos médicos precisa de una estrecha interacción usuario-fabricante entre los ingenieros y científicos de las empresas fabricantes y el personal sanitario de hospitales y clínicas (Mitchell, 1991). Por ejemplo, Lotz (1991) encontró que en la industria danesa de instrumentos médicos, la invención era estimulada principalmente por las necesidades de los doctores y por los avances en la investigación médica. Shaw (1991) también encontró en un estudio de desarrollo de nuevos productos en la industria británica de instrumentos médicos que existía una continua interacción entre usuario y fabricante en las distintas fases del proceso de innovación.

Hay que tener en cuenta que uno de los condicionantes del proceso de desarrollo de nuevos instrumentos médicos, que en gran medida lo diferencia del resto de sectores es que son necesarias muchas pruebas y evaluaciones para garantizar la seguridad del paciente en los procesos sanitarios.

En consecuencia, los técnicos de las empresas trabajan estrechamente junto



con los usuarios para comprobar el diseño básico de la solución en búsqueda de un prototipo. También es frecuente que el usuario intervenga posteriormente en las etapas de ensayos y pruebas, en la de fabricación, e incluso en la de comercialización. Por estos motivos, esperamos contrastar la siguiente hipótesis:

H2. La proximidad local a las actividades médicas está positivamente correlacionada con la intensidad de patentamiento a nivel regional

Aglomeración de actividades tecnológicas. El tercer determinante del patentamiento es la aglomeración de actividades económicas y tecnológicas. Las ventajas de la aglomeración para las empresas de alta tecnología se han descrito tradicionalmente por los partidarios de la teoría de la localización en términos de economías externas de escala —por ejemplo el acceso a instalaciones de I+D, universidades y mano de obra cualificada— y en términos de acceso a la información (Kleinknecht y Poot, 1992; Mustar, 1997).

La experiencia indica que la aglomeración es un factor importante en las fases iniciales de un complejo de alta tecnología. Por ejemplo, en la Tecnópolis de Cambridge (Reino Unido) Segal *et al* (1985) estimaron que el 12% de las primeras empresas de alta tecnología eran spin-offs de la Universidad de Cambridge y que la mayoría del

resto de empresas eran spin-offs de esos spin-offs universitarios.

Sin embargo, una vez que finaliza la fase inicial de aglomeración, la cercanía a la universidad o a la aglomeración inicial de empresas de alta tecnología se hace menos importante. Así, actualmente en Cambridge únicamente el 10% de las empresas de alta tecnología se encuentran en el Parque Tecnológico que fue el núcleo de la aglomeración inicial. Estas y otras evidencias sugieren que el análisis de los complejos tecnológicos debe efectuarse considerando la dimensión de aglomeración regional que lo ha podido producir (Vedovello, 1997; Westhead, 1997).

Además, ya que la aglomeración urbana es un indicador de concentración de actividades tecnológicas y económicas, esperamos encontrar una relación positiva a nivel regional entre patentamiento y aglomeración tecnológica.

H3. El patentamiento en la industria de instrumentos médicos está positivamente correlacionada o con la aglomeración de actividades tecnológicas.

Tecnologías de la Información para la creación de redes. La investigación científica y el desarrollo tecnológicos dependen cada vez más de la formación de redes y de la difusión de información. La aparición de redes informales o institucionales formadas por clusters o grupos de empresas, parece ser una característica actual de la economía derivada del empleo de las tecnologías de telecomunicación e información. Estos recursos son necesarios para invertirlos conjuntamente en la creación de nuevo conocimiento (I+D, diseño, ingeniería), y para la introducción externa de nuevo conocimiento mediante la adquisición, adaptación e implementación de innovaciones (Belussi y Arcangeli, 1998). Brouwer y Kleinknecht (1999) encontraron que las empresas que cooperaban en I+D tenían una mayor propensión a patentar sus innovaciones, ya que deseaban proteger sus resultados antes de que estuviesen disponibles a sus socios.

Este resultado sugeriría que la formación de redes promovería el patentamiento y deberíamos incluir una medida de «net-

working» como variable explicatoria en nuestro análisis. Sin embargo, y aunque la mayoría de la colaboración en red se hace a través de contactos personales e informales, estimamos que la facilidad en la comunicación es una condición para mantener esos contactos informales a través del teléfono y el correo electrónico.

El principal cuello de botella para las pequeñas empresas en las regiones periféricas, que disponen de recursos escasos para acometer proyectos de innovación, se centra entre otros aspectos en el área de suministro de información, capital humano y capital de riesgo. En cambio, las regiones de alta tecnología sustentan su ventaja competitiva en su capacidad para el aprendizaje continuo y la innovación (Lawson y Lorenz, 1999).

Aunque las grandes empresas situadas en regiones periféricas pueden superar estas limitaciones más fácilmente, para una pequeña empresa la falta de infraestructuras de información puede constituir una barrera importante para la innovación. En consecuencia, es de esperar que el patentamiento esté positivamente correlacionado a nivel regional con el uso de tecnologías de la información.

H4. El patentamiento en la industria de instrumentos médicos está positivamente correlacionada a nivel regional (provincial) con el uso de Tecnologías de la Información.

ESTUDIO EMPÍRICO

Planteamiento del estudio. Para explicar la distribución espacial de las actividades innovadoras en el sector de instrumentos médicos se ha realizado un análisis de regresión múltiple por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Las variables dependientes utilizadas han sido dos, ambas referidas al patentamiento en el periodo 1979-1995: el ratio del número regional de patentes y modelos de utilidad concedidos a empresas por millón de habitantes (PTMEH); y el número de patentes y modelos de utilidad totales concedidos a residentes de cada Comunidad por millón de habitantes (IP2). Se han realizado dos análisis para cada variable, tanto a nivel provincial como de Comunidad Autónoma.

TABLA 7
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES Y CORRELACIONES

	Media	Desv. típica	1	2	3
TAM	27,4	32,1			
CAM	4.476,3	678,0	-0,019		
CONC	5,8	8,9	-0,008	0,143	
INFORM	39,2	5,6	-0,008	0,316	0,391

TABLA 8
MODELO EXPLICATIVO DEL PATENTAMIENTO REGIONAL DE INSTRUMENTOS MÉDICOS POR EMPRESAS DE FABRICACIÓN (PTMEH) Y POR EMPRESAS, INDIVIDUOS E INSTITUCIONES (PI2)

	PTMEH	PI2
Constante	-54.1** (2.41)	-133.9** (2.54)
CONC	1.17*** (3.74)	2.82*** (3.83)
INFORM	0.94* (1.83)	2.77** (2.30)
TAM	0.08 (1.05)	0.23 (1.23)
CAM	0.005 (1.13)	0.01 (1.19)
	R = 0.854 R ² = 0.729 Δ R ² = 0.639 F = 8.076 p = 0.002 n = 17	R = 0.873 R ² = 0.763 Δ R ² = 0.683 F = 9.632 p = 0.001 n = 17

Nota: *p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01.

Las variables independientes utilizadas con datos de 1996 para operativizar el modelo teórico de patentamiento anterior han sido:

TAM: Número promedio de empleados por empresa de instrumentos médicos en cada Comunidad Autónoma o provincia.

CAM: Número de camas en hospitales y clínicas en cada Comunidad Autónoma o provincia. Un mayor número de camas es un indicador de una mayor demanda de instrumentos médicos a la vez que de una mayor especialización de profesionales en complejos médicos.

INFORM: Gasto por habitante en informática (hardware y software) y número de líneas telefónicas en cada Comunidad Autónoma y provincia.

CONC: Distribución de los gastos tecnológicos y de I+D por provincia y Comunidad Autónoma.

Resultados y discusión. La tabla 7 indica los estadísticos descriptivos de las variables independientes utilizadas y sus correlaciones bivariadas. No existe colinealidad entre estas variables. Por su parte, las tablas 8 y 9 muestran los resultados del análisis de regresión para cada una de las dos variables dependientes. La variación de ambas resulta explicada en más de un 70% por el modelo planteado, lo que a priori da validez al análisis tanto para el patentamiento de las empresas como al del conjunto de agentes económicos de la provincia y región.

A nivel regional (tabla 8), la variable CONC es estadísticamente significativa al 99% y la variable INFOR, al 95%. Las

variables TAM y CAM no han resultado significativas. La región o Comunidad Autónoma como unidad de análisis puede resultar un nivel demasiado agregado en este caso. Los resultados del modelo a nivel provincial (tabla 9) indican que la variable INFORM es la más explicativa tanto para PTMEH como para PI2 al 99,9% de significación, y que la variable CONC es también significativa pero a un nivel inferior.

Ambos resultados de las tablas 8 y 9 apoyan la tercera y cuarta hipótesis del trabajo. Pero ahora, la variable CAM también se muestra significativa al nivel del 99% para el número total de patentes y modelos de utilidad. Este resultado apoya la segunda hipótesis del trabajo: la propensión a patentar en instrumentos médicos es mayor en aquellas provincias con mayor ratio de número de camas en hospitales por habitante.

Los resultados de ambos modelos a nivel regional y provincial indican que las variables CONC e INFORM son las más explicativas. Esto es realmente importante porque el principal input de una actividad de alta tecnología es la información técnica y de mercado, la cual no debe restringirse a ninguna región en particular. Muchas empresas de alta tecnología tienen su propia red informal de contactos con empresas y centros de I+D en otras regiones.

Algunos estudios han evidenciado la viabilidad de que una empresa de alta tecnología pueda localizarse en regiones que no dispongan de aglomeraciones de materias primas o mano de obra, pero siempre que el nivel de infraestructuras existente —transporte, centros de formación, etc— no impidan que la nueva empresa de alta tecnología pueda sobrevivir después de su instalación (Oakey y Cooper, 1989; Martínez, 1992). Algunos estudios (por ejemplo, Karlsson y Olsson, 1998) incluso evidencian que las regiones periféricas son capaces de suministrar un entorno innovador para las pequeñas empresas, mientras que las grandes empresas precisan del entorno más dinámico que ofrecen las regiones centrales. Por lo tanto, las pequeñas empresas pueden ser usuarias tempranas de las nuevas tecnologías, incluso si están localizadas fuera de las grandes áreas urbanas.

TABLA 9
MODELO EXPLICATIVO DEL PATENTAMIENTO PROVINCIAL
DE INSTRUMENTOS MÉDICOS POR EMPRESAS MANUFACTURERAS (PTMEH)
Y POR EMPRESAS, INDIVIDUOS E INSTITUCIONES (PI2)

	PTMEH	PI2
Constante	-0.035**** (5,37)	-0.14**** (6,07)
INFORM	0.019**** (6.36)	0.046**** (7.11)
CONC	0.001**** (4.23)	0.001* (1.95)
CAM	-0.001 (0.92)	0.002*** (3.26)
TAM	-0.004 (0.29)	0.013 (0.24)
	$R = 0.831$ $R^2 = 0.690$ $\Delta R^2 = 0.663$ $F = 25.06$ $p = 0.000$ $n = 50$	$R = 0.823$ $R^2 = 0.678$ $\Delta R^2 = 0.649$ $F = 23.69$ $p = 0.000$ $n = 50$

Nota: * $p < 0.1$ *** $p < 0.01$ **** $p < 0.001$.

Estas regiones periféricas pueden desarrollar pequeños sectores de alta tecnología cuando se dan al menos las dos condiciones siguientes: que el fundador de la empresa tenga fuertes lazos personales en la ciudad o región y asuma la falta de servicios industriales; y que el tipo de producción de la empresa sea económicamente viable en la región. Incluso si existen pocos servicios industriales, mientras el proceso de producción no precise de economías de aglomeración con otras empresas de alta tecnología, es posible que una de estas empresas pueda localizarse en una región periférica cuando la distancia a sus mercados no constituya una desventaja económica.

Las dificultades que estas empresas pueden encontrarse a medida que crecen pueden ser mayores que los de las instaladas en regiones centrales, pero estas mismas restricciones pueden constituir un estímulo para un comportamiento más activo de la empresa. Aunque pocas empresas pueden tener éxito en entornos periféricos, aquellas que lo tienen pueden demostrar ser incluso más competitivas que la empresa promedio situada en una región central y que no ha tenido que superar en igual medida esas dificultades (Vaessen y Keeble, 1995).

Esto es precisamente lo que sucede con muchos instrumentos médicos que tienen alto valor añadido pero un bajo peso por unidad. Sería factible, por lo tanto, que empresas de instrumentos médicos se localizasen fuera de las zonas de aglomeración indicadas en este trabajo al ser posible el acceso a la información a través de redes formales e informales, y al no representar los costes de transporte un elemento disuasorio para llevar la producción a cualquier parte de España o Europa. La tabla 10 muestra la distribución regional de las empresas de instrumentos médicos instaladas en Parques Tecnológicos y Centros de Innovación.

Estas empresas están desarrollando productos de alto contenido tecnológico y muchas de ellas son spin-offs industriales o académicos. Por ejemplo, las dos empresas de este tipo que se encuentran instaladas en el Centro de Innovación en Zaragoza son spin-offs de proyectos de investigación, el uno universitario y el otro industrial. El grado de concentración espacial indicado en la tabla 10 es muy bajo en comparación con la distribución indicada en la tabla 2 de las empresas manufactureras de instrumentos médicos en España.

CONCLUSIÓN

Este trabajo ha realizado un análisis de la distribución espacial de las actividades de innovación en la industria de instrumentos médicos. El análisis ha evidenciado la polarización de la actividad económica del sector hacia las dos grandes áreas urbanas de Barcelona y Madrid. La distribución regional del patentamiento se ha encontrado que está también muy concentrada y este grado de concentración ha estado positivamente correlacionado con la concentración de actividades tecnológicas y centros médicos.

Sin embargo, a nivel provincial el análisis ha encontrado que el uso de tecnologías de información y la proximidad a las instalaciones hospitalarias son más importantes para el patentamiento que la concentración de actividades tecnológicas, lo que apoya la posibilidad de que pequeñas empresas de instrumentos médicos de alta tecnología puedan desarrollarse y localizarse en provincias periféricas.

Debido a los bajos costes de transporte de la mayoría de instrumentos médicos a sus mercados, algunos spin-offs empresariales y universitarios se han desarrollado y localizado en Centros de Innovación y Parques Tecnológicos en distintas provincias.

BIBLIOGRAFÍA

- ARUNDEL, A. y KABLA, I. (1998): What percentage of innovations are patented? empirical estimates for European firms, *Research Policy* 27, 127-41.
- AUTIO, E. (1997): New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts, *Research Policy* 26, 263-81.
- BELUSSI, F. y ARCANGELI, F. (1998): A typology of networks: flexible and evolutionary firms, *Research Policy* 27, 415-28.
- BROUWER, E. y KLEINKNECHT, A. (1999): Innovative output, and a firm's propensity to patent. An exploration of CIS micro data, *Research Policy* 28, 615-624.
- CASTELLS, M. y HALL, P. (1994): *Technopoles of the world - The making of 21st century industrial complexes*. London, Routledge Publishers.
- CORONADO, D. y ACOSTA, M. (1997): Spatial distribution of patents in Spain: determining factors and consequences on regional development, *Regional Studies* 31, 381-90.
- CRESPO, J. y VELAZQUEZ, F. (1999): Principales rasgos de los sectores innovadores en España, *Papeles de Economía Española* 81, 104-13.
- DIJK, B. et al (1997): Some new evidence on the determinants of large and small firm innovation, *Small Business Economics* 9, 335-43.
- ERNST (1997): The use of patent data for technological forecasting: the diffusion of CNC-technology in the machine tool industry, *Small Business Economics* 9, 361-81.
- FISCHER, M. et al (1994): An exploration into the determinants of patent activities: some empirical evidence for Austria, *Regional Studies* 28, 1-12.
- FURIO, E. (1996): Desarrollo territorial y procesos de innovación: los milieux innovateurs, *Estudios Territoriales* 28, 639-49.
- GIRALDEZ, E. (1988): Comportamiento inversor de los sectores de alta tecnología, 1975-1985, *Papeles de Economía Española* 34, 431-53.
- GRILICHES (1990): Patent statistics as economic indicators: a survey, *Journal of Economic Literature* 28, 1661-707.
- HARRIS, R. (1988): Technological change and regional development in the UK: evidence from the SPRU database on innovation, *Regional Studies* 22, 361-74.
- KARLSSON, Ch. y OLSSON, O. (1998): Product innovation in small and large enterprises, *Small Business Economics* 10, 31-46.
- KLEINKNECHT, A. y POOT, T. (1992): Do regions matter for R&D?, *Regional Studies* 26, 221-32.
- LAWSON, C. y LORENZ, E. (1999): Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity, *Regional Studies* 33, 305-17.
- LOTZ, P. (1991): *Demand side effects on product innovation: The case of medical devices*. Copenhagen Business School, Institute of Industrial Research.
- MARTINEZ, A. (1992): Regional innovation and small high technology firms in peripheral regions, *Small Business Economics* 4, 153-68.
- MARTÍNEZ, A. y URBINA, O. (1998): Estructura y competitividad exterior del sector de productos médico-quirúrgicos en España, *Boletín Económico de Información Comercial Española*. 2580, 25-36.
- MITCHELL, W. (1991): Using academic technology: transfer methods and licensing incidence in the commercialization of American diagnostic imaging equipment research. 1954-1988, *Research Policy* 20, 203-16.
- MUSTAR, P. (1997): How french academics create hi-tech companies: the conditions for success or failure, *Science and Public Policy* 24, 37-43.
- NOTEBOOM, B. (1994): Innovation and diffusion in small firms: theory and evidence, *Small Business Economics* 6, 327-47.
- OAKEY, R. y COOPER, S. (1989): High technology industry, agglomeration and the potential for peripherally sited small firms, *Regional Studies* 23, 347-60.
- ROTHWELL, R. (1991): External networking and innovation in small and medium sized manufacturing firms in Europe, *Technovation* 11, 93-112.
- ROTHWELL, R. y ZEGVELD, W. (1982): *Innovation and the Small and Medium Sized Firms: Their Role in Employment and in Economic Change*. Frances Pinter, London.
- ROTHWELL, R. y DODGSON, M. (1994): Innovation and size of firm, in *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Eiger Publishing Limited, Aldershot, 310-24.
- SEGAL et al (1985): *The Cambridge phenomenon: the growth of a high-technology industry in a university town*. Cambridge, United Kingdom.
- SHAW, B. (1998): Innovation and new product development in the UK medical equipment industry, *International Journal of Technology Management* 15, 433-45.
- STOHR, W. (1988): La dimensión espacial de la política tecnológica, *Papeles de Economía Española* 35, 132-52.
- STOHR, W. y PONIGHAUS, R. (1992): Towards a data-based evaluation of the Japanese Technopolis policy, *Regional Studies* 26, 605-18.
- VAESSEN, P. y KEEBLE, D. (1995): Growth-oriented SMEs in unfavourable regional environments, *Regional Studies* 29, 489-505.
- VAN DEN BERG, L. y VAN KLINK, A. (1996): Health care and the urban economy: the medical complex of Rotterdam as a growth pole?, *Regional Studies* 30, 741-47.
- VEDOVELLO, C. (1997): Science parks and university-industry interaction: geographical proximity between the agents as a driving force, *Technovation* 17, 491-502.
- WESTHEAD, P. (1997): R&D inputs and outputs of technology-based firms located on and off Science Parks, *R&D Management* 27, 45-62.

TABLA 10
EMPRESAS DE INSTRUMENTOS
MÉDICOS EN PARQUES
TECNOLÓGICOS
Y CENTROS DE INNOVACIÓN
DISTRIBUCIÓN REGIONAL

Andalucía	5
Aragón	2
Cataluña	3
Comunidad Valenciana	1
Galicia	2
Navarra	1
País Vasco	2
Total empresas en parques	17

FUENTE: Elaboración propia.

