

Estudio de los cambios en los sistemas regionales de innovación a través de la evolución y diversificación de los sectores más representativos de la industria vasca

Los diferentes *clusters* que integran el conjunto del sistema regional de innovación van evolucionando en el tiempo. Algunos se adaptan a las nuevas exigencias de los mercados, al mismo tiempo que van apareciendo otros nuevos. En el análisis de esta evolución nos guiaremos por los estudios internacionales sobre las relaciones entre ciencia y tecnología, que utilizan como variable principal las citas encontradas en las patentes. Esta variable es la que emplearemos para observar los sectores más representativos de la industria vasca y su evolución a nivel internacional, así como dónde se concentran los grupos empresariales líderes de esas industrias más intensivas en ciencia y tecnología.

Eskualdeko berrikuntza-sistemaren multzoa osatzen duten kluster guztiak bilakatzen ari dira poliki-poliki. Batzuk merkatuen eskakizun berrietara egokitzen ari dira, eta aldi berean beste berri batzuk agertzen ari dira. Bilakaera horren azterketan, zientziaren eta teknologiaren arteko harremani buruzko nazioarteko azterlanetan oinarrituko gara, aldagai nagusitzat patenteetan aurkitutako aipamenak erabiltzen baitituzte. Aldagai hori erabiliko dugu, euskal industriako sektore adierazgarrienak eta nazioarte mailan izan duten bilakaera aztertzeke, bai eta zientzian eta teknologian trinkoenak diren industria horien enpresa-talde liderrak non biltzen diren aztertzeke ere.

The different clusters that constitute the regional innovation system overall are slowly evolving. Some of them are getting adapted to the new market demands, at the same time as new ones are appearing. In the analysis of such evolution we will use the international research in the relation between science and technology, which is used as the main variable of the quotes found in the patents. We will use this variable to observe the most representative sectors in the Basque industry and their evolution in the international scope, as well as the place where the leading entrepreneurial groups of such industries intensive in science and technology are.

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La evolución de los 'clusters' en un sistema regional de innovación
 3. La evolución de los 'clusters' desde la perspectiva de las patentes
 4. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Palabras clave: sistemas de innovación regional, patentes, evolución de *clusters*.

Keywords: regional innovation systems, patents, clusters evolution.

N.º de clasificación JEL: O31, O32, O34, L6.

1. INTRODUCCIÓN

Estamos habituados a contemplar un sistema productivo como si los elementos principales que lo estructuran permaneciesen invariables. Cuando reforzamos nuestra perspectiva mediante el análisis de series temporales de algunos de los indicadores, lo hacemos en la lógica de añadir o de sumar sobre las mismas bases de partida. Parece como si estuviéramos menos preparados para percibir que los sistemas evolucionan y se transforman, y que los tiempos adquieren significados distintos según las coyunturas.

Se puede convivir durante tres o cuatro décadas con una estructura de sectores y ramas productivas que no presenten grandes cambios, pero pasado un tiempo comienza a moverse el mapa al aparecer nuevos sectores y al transformarse hasta límites casi irreconocibles otros. Creemos

que en la actualidad nos encontramos en ese momento, y desde estas páginas queremos modestamente contribuir a encontrar algunas de las claves de las transformaciones que se van sucediendo.

Nuestro paradigma es el de sistemas de innovación, pero queremos conocer las nuevas bases sobre las que se está situando y deberá situarse en los próximos años el sistema de innovación vasco. Para la difícil tarea que nos hemos propuesto adoptamos un método que se ha difundido en los tres últimos años entre los especialistas en innovación: la distinción entre conocimiento «analítico» y «sintético»¹.

¹ El autor Laestadius (1998) distingue entre dos tipos de conocimiento: analítico y sintético. Para el primero la verdad de una propuesta se establece independientemente de los hechos o de la experiencia; y para el segundo, el verdadero valor del conocimiento se encuentra determinado por la observación o por los hechos.

Utilizando esa perspectiva pretendemos encontrar algunas de las pautas de los cambios y de las transformaciones necesarias en el sistema de innovación vasco, y nos centraremos en aquellas ramas productivas o clusters que han constituido la columna vertebral y la vanguardia de la industria vasca, utilizando para ello, sin ánimo de exclusividad, la información estadística disponible sobre patentes.

Sabemos que al indicador de patentes no se le puede otorgar una validez absoluta para el propósito de analizar las transformaciones en la actividad productiva, pero sí nos parece que puede marcar algunas de las coordenadas, en donde se sitúan los polos de referencia de la competitividad en la industria mundial. Las patentes se encuentran muy concentradas y no son utilizadas igual en todos los sectores; pero son estratégicas para los grandes grupos industriales, y marcan en qué lugar se encuentran aquellas actividades de vanguardia que son necesaria referencia para toda la industria internacional.

2. LA EVOLUCIÓN DE LOS 'CLUSTERS' EN UN SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN

2.1. Los sistemas de innovación evolucionan

En estas páginas nos interesa analizar algunos de los cambios que se observan en un sistema regional de innovación en diferentes momentos del tiempo. La evolución de los integrantes del sistema puede configurar nuevos mapas de *clusters* locales sobre nuevas bases institucionales. Por ejemplo, la aparición y evolución de las biotecnologías solicita nuevas relaciones en-

tre la ciencia y la tecnología por una parte, y de la universidad con el mundo empresarial por otra.

Los sistemas regionales de innovación (RIS), desde una visión institucional evolucionista, albergan en su seno un conjunto de organizaciones, instituciones y agentes que mantienen unas relaciones que se asientan en marcos institucionales determinados, y que se traducen en costumbres, rutinas y hábitos, que dotan a los sistemas de una cierta estabilidad en el tiempo. En este sentido, cuando Lundvall define un sistema de innovación hace hincapié en el papel estratégico del conocimiento y del aprendizaje que están enraizados (*embedded*) en las rutinas de los agentes y de las organizaciones, así como en las relaciones entre los diversos agentes (Lundvall, 2007).

Nuestro estudio tiene como objetivo conocer los cambios de los RIS ante distintas coyunturas desde la óptica de la búsqueda de nuevas estructuras de *clusters* y de ramas productivas, para lo cual observamos los contenidos científicos que incorporan esos nuevos sectores y revisamos la literatura actual sobre las relaciones ciencia-tecnología a partir de las citas de las patentes. Nuestra aportación consistirá en tratar de ayudar a comprender mejor cuál es el ámbito de actuación de lo local/regional a la luz del desarrollo de nuevos paradigmas tecnológico-científicos en una clave de mercado, en base al pensamiento schumpeteriano.

Esto es, el concepto de RIS estaba inicialmente más vinculado al papel que desempeñaban las instituciones y gobiernos en la innovación, tal como se contempla en algunos de los artículos fundacionales del concepto (Cooke y otros, 1997). Sin em-

bargo, frente a la ola comercializadora que se vive en la coyuntura actual, otra vez como en tiempos de Schumpeter, se pone un mayor énfasis en la función crucial que tiene la empresa en la innovación. Para integrar las dos orientaciones citadas del RIS se distinguen dos tipos de sistemas: el RIS institucional y el RIS comercial (Cooke, 2004). Precisamente en el primero es donde se contempla la generación y la explotación del conocimiento por parte de universidades, laboratorios públicos y otras instituciones (Lambooy, 2005).

Desde una visión esquemática un RIS comprende dos subsistemas: a) «El subsistema de exploración» que contempla las universidades e institutos de investigación, que se encuentran relacionados con otras instituciones de investigación de otros lugares del planeta. b) «El subsistema de explotación» que contiene a las empresas así como algunas organizaciones intermedias locales estrechamente asociadas a la innovación empresarial, como inversores, gestores de cuentas, expertos en derechos de propiedad intelectual, así como otras organizaciones que posibilitan el flujo de conocimientos entre empresas locales y otras regionales, nacionales o internacionales, lo que correspondería a las estructuras de *clusters*. Ambos subsistemas interactúan y se articulan apropiadamente en un sistema de innovación regional bien estructurado en red (Cooke y otros, 2004).

Los sistemas regionales de innovación son entendidos como modelos no estáticos que evolucionan en el tiempo (Lammarino, 2005). Las capacidades innovadoras de aprendizaje, de reforzamiento en el funcionamiento en red, y de liderazgo se encuentran siempre bajo la tensión del cambio y de la adaptación a nuevos paradigmas. La diversificación añade un valor

importante a la economía local (Pine y Gilmore, 1999).

La estructura industrial de una región en un determinado momento del tiempo puede estar especializada en varios *clusters*. Cada tipo de *cluster* se sitúa en un entorno de necesidades estructurales y políticas diferentes que deberán de ser satisfechas de alguna manera por la conjunción de elementos y de relaciones que conforman el sistema de innovación regional.

La evolución de los *clusters* conduce a la aparición de nuevos *clusters* o a la reestructuración de algunos de los ya existentes. Pero la readecuación de la estructura de *clusters* sólo es posible con cambios en las rutinas técnicas y organizacionales, y exige la implementación de nuevas políticas de innovación para que la región pueda obtener una ventaja competitiva a medio plazo.

2.2. Las perspectivas del conocimiento sintético y el conocimiento analítico

Desde una visión más o menos abstracta, el «conocimiento sintético» hace referencia al conocimiento requerido para realizar aquellas actividades necesarias para diseñar algo que funcione como una solución a un problema de índole práctico. Por otra parte, la creación de «conocimiento analítico» tiene su razón de ser en la comprensión y explicación de sistemas naturales por el descubrimiento y aplicación de leyes científicas (Moodysson y otros, 2008)².

El conocimiento sintético domina en industrias donde la innovación tiene lugar por medio del uso o nueva combinación

² Este método también ha sido utilizado por autores de la CAPV (Mikel Navarro, 2008).

de conocimientos ya existentes. Este tipo de conocimiento se asocia principalmente a las ingenierías (Moodysson y otros, 2008: 1043). A nuestro entender esta clasificación, propuesta entre otros por Asheim y Gertler (2005), presenta una importante analogía con la que distingue entre investigación básica y aplicada. Nosotros entendemos esas diferentes clases de conocimiento en un sentido más amplio, al vincularlos a la evolución de los sistemas de innovación.

Prácticamente hasta el siglo XXI los RIS se han caracterizado, sobre todo en las áreas industriales, por una orientación más dirigida a la utilización de los conocimientos existentes para el desarrollo de innovaciones incrementales, con una I+D más atomizada en ciertos distritos concentrados casi exclusivamente en departamentos de grandes y medianas empresas. En esta fase los contenidos de las relaciones habituales entre los agentes son simples: se transfieren piezas de información de un actor a otro sin innovar por parte del adoptante, por ejemplo a través de procesos de imitación, lectura de la patente, uso de licencias, proveedores de máquinas, compra de software, etc. (Storper, 2000).

En este contexto se observan aprendizajes de diferentes tipos (*by doing, by interacting*) las colaboraciones presentan una dirección más bilateral como es la de: proveedor/usuario, consultora tecnológica/empresa, gobierno/instituciones de investigación públicas, etc. Este régimen tecnoproductivo, denominado de conocimiento sintético, corresponde a una estructura industrial que se sitúa en la época en que la maquinaria, ingeniería electrónica, telecomunicaciones, automóvil y aeronáutica son los sectores más avanzados tecnológicamente en las economías industriales.

Sectores convencionales presentes en la economía vasca, como el de la máquina herramienta, presentan una evolución semejante en parte de los países que pertenecen al club de los más avanzados en esas tecnologías (Alemania, Japón, Corea, Suecia, EEUU). Los rasgos, aunque cambiantes en el tiempo, serían: procesos de imitación como primer paso a la innovación, utilización de licencias, importantes efectos de aprendizaje internos, mejora de las competencias sobre todo en el sector de la mecánica. Los equipos y tecnologías esenciales provenientes de otros sectores de mayor intensidad tecnológica, como los equipos de control numérico, equipos informáticos, electrónica de última generación, etc., son adquiridos habitualmente a proveedores de marcas internacionales. Las relaciones informales y la presencia en ferias internacionales permiten la mejora continua en estos sectores sin tener que destinar muchos recursos a la investigación propia (Chen, 2009).

La emergencia y reforzamiento de otros sectores, considerados de vanguardia, en los años 2000, en donde se hacen más presentes sectores como medicamentos, ciencias de la salud, biotecnologías, nanociencias y software avanzado, corresponde a regímenes de conocimiento analítico (Asheim y Coenen, 2005). Se caracterizan por la mayor importancia de los *inputs* de conocimiento codificado. En esos sectores predominan cada vez más los principios científicos y los departamentos de I+D adquieren un mayor peso en la medida en la que se incorporan a una lógica de colaboración entre agentes (Storper, 2000). En estos nuevos sectores se intensifican estrategias y procedimientos de patentación, floreciendo empresas del tipo *start-ups* para aplicar y explotar los conocimientos

que provienen sobre todo de una sistemática combinación entre investigación básica y aplicada. Cobran un nuevo papel las relaciones Universidad-Empresa, funcionando el modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Las empresas innovadoras son cada vez más dependientes de fuentes externas de conocimiento como universidades, laboratorios y otras unidades de investigación, constituyéndose grupos de pequeñas empresas surgidas de las universidades (*spin-off*) con el propósito de explotar el conocimiento a veces por medio de patentes. Se profundizan los *learning by interacting*, que se concentran espacialmente en ocasiones en los *clusters* del tipo megacentros que permiten una más eficiente transmisión de los conocimientos (Cooke, 2004).

Los autores Asheim y Coenen (2005) avanzan en el estudio empírico de diversos *clusters* en los países nórdicos. Ciertos *clusters* (muebles, comercio) presentan una base de conocimiento sintético, otros *clusters* (radio, comunicaciones) responden a una base de conocimiento analítico; y otros (electrónica) a los dos tipos de conocimiento. Se observa que en aquellos sectores en que domina la base de conocimiento analítico se encuentra en todos los casos la universidad, con sus capacidades investigadoras, en la infraestructura regional de conocimiento. Sin embargo, cuando se trata de conocimiento sintético aparecen generalmente instituciones de educación superior como «Politécnicos» y Escuelas de Ingenierías (Asheim y Coenen, 2005). Es decir, la aportación de la investigación científica a la producción no se juzga como necesaria en esa fase.

El sector de las biociencias se presenta como paradigmático en varias direcciones. Se constituye como el *cluster* que resitúa

las trayectorias que siguen los sistemas de innovación local y regional. Estos *clusters* muestran nítidamente la evolución desde una perspectiva de conocimiento sintético hasta otra de conocimiento analítico.

2.3. La diversificación y evolución de los sectores: los diferentes niveles de tecnología de los sectores

La sectorización por niveles de tecnología, propuesta por la OCDE a partir de 1993, proporciona una numeración exhaustiva de ramas y productos que son considerados como pertenecientes a un nivel de tecnología determinado³. Se utilizaron para poder confeccionar las listas correspondientes a la relación de los gastos en I+D respecto de la producción.

Como señala Carlos Angulo (2001), la propia OCDE reconoció las limitaciones de este método debido a que además de la I+D existen otros factores que podrían caracterizar a los sectores en su nivel de tecnología como son: patentes y licencias, la cooperación entre empresas en materia tecnológica y de investigación, la renovación de los equipos y el personal científico. Además podía existir una distorsión al adjudicar a cada sector una actividad investigadora relacionada directamente con la actividad principal del sector. En este último caso, si por ejemplo los sectores aeronáutico y automovilístico tuvieran como una de las actividades investigadoras principales la electrónica, entonces tal situación distorsionaría gravemente los resultados.

³ La OCDE estudió desde 1989 y a partir de su base de datos ANBERD las intensidades de I+D de los distintos sectores (OCDE, 1997b).

Se puede encontrar abundante literatura donde se presentan los cuatro niveles tecnológicos y los sectores que integran cada uno para comparar la evolución entre dos fechas diferentes (1980 y 1994) de dichos sectores, aplicada a un conjunto de países desarrollados (OCDE, 1997a; Gun-tín, 2001).

La utilización de esa sectorización se realiza en muchas ocasiones independientemente de las dinámicas; así, por ejemplo, siempre se considera que la electrónica-comunicaciones se incluye en el sector más avanzado de alta tecnología, y, en cambio, el textil, la alimentación y los muebles se siguen considerando de baja tecnología. En definitiva, se considera como un proceso que no evoluciona.

Nuestra hipótesis de trabajo es que las diferentes actividades productivas evolucionan y no permanecen cautivas de unas determinadas tecnologías. Estas clasificaciones tienen escasa validez, ya que de hecho no ofrecen, en el mejor de los casos, sino una fotografía del momento. La estadística oficial requiere periodos dilatados para incorporar las revisiones en la clasificación de los sectores en función de su intensidad tecnológica (Angulo, 2001). No obstante en la medida en que la mayoría de los datos disponibles han estado elaborados mediante la clasificación referida, en ocasiones se ha de partir de dichas clasificaciones para poder luego llegar a nuevos resultados. Así, desde esta perspectiva, podemos observar que una parte significativa de las ramas industriales que tienen un peso importante en la industria vasca se incluyen en los sectores de media tecnología en la clasificación de la OCDE; ya sea en el segmento de media-alta donde nos interesa destacar productos químicos, maquinaria y bienes de

equipo, maquinaria y aparatos eléctricos, motores, y equipos de transporte; o en el segmento de media-baja, entre otras refino de petróleo, plástico, fabricación metálica y no metálica, así como productos de minería y de la construcción.

Parte de esas ramas, consideradas de tecnología media, han alcanzado resultados estimables durante casi cuatro décadas en el País Vasco. Es a partir del siglo *xxi* cuando los cambios serán necesarios para poder seguir manteniendo resultados equivalentes a los que obtuvieron en épocas precedentes.

Autores como Robertson y Patel (2007) plantean interesantes discrepancias sobre la sectorización de la OCDE y prefieren analizar las diferentes ramas en el marco de un sistema general, en el que las ramas se encuentran interconectadas y las tecnologías se hacen cada vez más transversales. Así, por ejemplo, los sectores clasificados como de baja tecnología se convierten en los principales usuarios de los sectores de más altas tecnologías. Las ciencias y tecnologías se difunden por todo el tejido productivo.

Hoy ya no se puede sostener, con carácter general, que el sector agroalimentario sea de baja tecnología, como tampoco se pueden despreciar los estudios de prospectiva que apuntan a que en pocos años los materiales de construcción o del sector textil utilizarán profusamente las nanotecnologías. Por otra parte, la investigación en biotecnologías y biomedicamentos cada vez está más presente en un sector como el de la alimentación. Hoy en día no es prudente considerar, por ejemplo, que la industria del calzado es de baja tecnología, ya que puede ser de conocimiento intensivo. Así, en Portugal esta industria

se relacionó con un uso creativo de la microelectrónica. Las nuevas industrias que contribuyen a la mejora de la industria del vino dependen de actividades que se relacionan con el conocimiento, normas, estándares y leyes internacionales (Castellaci y otros, 2005: 101).

Robertson y Patel (2007) observan que sectores de la industria tradicional como vehículos y maquinaria patentan más en el sector de la electrónica. Si nos guiamos por la sectorización convencional que hace la OCDE, nos encontraríamos con la paradoja de que utilizando el número de patentes, aquellos países en donde los sectores de alta tecnología tienen mayor presencia, son también aquellos que albergan los sectores de media y baja tecnología más competitiva.

Frente al clásico «*trade-off*» entre especialización (en *cluster*) y diversificación en ramas y sectores económicos, los autores Boschman y Frenken (2003) demuestran empíricamente que en distintas áreas locales y metropolitanas, con la aproximación metodológica de la «*related variety*», la evolución hacia una mayor especialización de los *clusters* se combina con la mayor diversificación sectorial. La transversalidad de los nuevos sectores científico-tecnológicos, junto con la búsqueda de nichos propios, podría explicar ese resultado. La realidad, en lo que se refiere a la evolución de los *clusters*, no responde exclusivamente al cambio de un *cluster* por otro completamente distinto, sino que también responde a una evolución en los elementos que configuran el mismo *cluster*.

La existencia de una parte de la industria en los países desarrollados de un nivel tecnológico medio únicamente es sostenible a medio plazo si convive o colabo-

ra con sectores más avanzados basados en el conocimiento. Las empresas, generalmente pymes, de sectores de bajo y medio nivel tecnológico pueden ser innovadoras aun sin dedicar importantes recursos a la I+D propia. Para innovar, en ese caso, necesitan incrementar las relaciones con agentes externos para poder así acceder a nuevas fuentes de conocimiento. Todo lo cual les lleva a integrarse en redes y reforzar los vínculos con proveedores y clientes, buscando beneficiarse de las dinámicas propias del sistema regional. En estos casos las innovaciones distan de ser radicales; son preferentemente de carácter incremental e inciden sobre los procesos y procedimientos, además de otros tipos de innovaciones, hoy en día reconocidas por parte de los organismos internacionales (OCDE): innovaciones sociales y de marketing. En definitiva, un nivel insuficiente de I+D propia les conduce a reforzar sus lazos con agentes de un sistema exterior a las propias empresas (Heidenreich, 2009). Significará el pasar de una estrategia del tipo «*stand alone*» (como sería el caso de parte de la historia de la máquina-herramienta) a una estrategia del tipo «*local buzz*» de carácter sistémico (Visser y Atzema, 2008: 1175). En el desarrollo de esta evolución debe contemplarse también la posibilidad de que algunas empresas, pasen de actuar desde parámetros «sintéticos» a participar en parámetros analíticos.

Se puede pensar que es utópico que sectores tradicionales se reconviertan adaptándose a los nuevos paradigmas científico-tecnológicos que avanzan en la actividad económico-industrial. Pero la única manera que tienen las empresas locales de que esa utopía pueda realizarse algún día, es que se relacionen cada vez

más con un entorno local/regional, que les pueda proporcionar esos *inputs* de nuevo conocimiento que necesitan. Es preciso que ese sistema regional alcance los niveles de calidad requeridos para poder albergar en su seno esas nuevas fuentes de conocimientos. Se trataría de conocer las bases sobre las que los diversos *cluster* acceden cada vez más a una fase de conocimiento analítico.

Lo que en este artículo nos interesa es de qué manera los nuevos paradigmas tecnológicos interactúan con los ya existentes, que no son reemplazados totalmente. Daniela Freddi (2009) propone tres modelos o formas de interacción:

1. Grandes empresas que adoptan, por medio de la asignación de recursos de I+D y actividades de patentación, diversas áreas tecnológicas pero sin pretender construir un único núcleo tecnológico (Granstrand y otros, 1997). Es un caso típico de la diversificación de grandes grupos empresariales.
2. Una forma de combinarse dos paradigmas tecnológicos diferentes (unos tradicionales y otros nuevos que están evolucionando), lo que genera una dinámica de complementariedad entre paradigmas (el nuevo y el viejo). Sería, por ejemplo, el desarrollo de software avanzado para incorporarlo en diversas actividades productivas.
3. Una dependencia recíproca de los dos paradigmas de manera que se fusionan en un nuevo paradigma de conocimiento, lo que la autora denomina «fusión tecnológica».

Un ejemplo de la fusión tecnológica sería la *mecatrónica*, como integración entre

la mecánica y las tecnologías electrónicas (tecnologías de ordenadores, de control y de programación). Alrededor de este ejemplo podemos introducir ciertas conjeturas que pueden ser útiles para nuestros propósitos.

Existen paradigmas tecnológicos transversales que recorren parte de la actividad económica. La informática constituye el paradigma tecnológico que proporciona mayores efectos sobre prácticamente todas las actividades económicas. Se puede afirmar que la evolución de cualquier sector o *cluster* en particular puede darse como consecuencia de los avances en la informática (Kline y Rosenberg, 1986). No es suficiente con que las empresas (en los casos como la mecatrónica) se provean externamente de las tecnologías informáticas, debido a que el producto servido por las empresas mecatrónicas es cualitativamente distinto, y los procesos de concepción de esos productos son lo suficientemente complejos como para que sea necesaria la realización propia de la investigación (I+D) intramuros de las empresas, ya que se trataría de situarse en el corazón de las tecnologías nucleares desarrolladas en el sector (Freddi, 2009).

Esa capacitación interna a través del esfuerzo investigador acometido le permite a la empresa adaptarse mejor al entorno (relaciones con el sistema). Eso significa que su mayor capacidad propia a través de sus investigaciones, no sólo es perfectamente compatible con sus relaciones con un entorno cada vez más basado en el conocimiento, sino que es a su vez necesario para su sostenibilidad (la adaptación a los paradigmas tecnológicos dominantes a lo largo del tiempo). Los avances o invenciones técnicos generados en el sector y dado que la informática es el

paradigma preferentemente dominante, pueden tener su expresión en términos de un software más o menos complejo, cuyas vías de apropiación preferente se expresarán a través de las «patentes de *software*» (Freddi, 2009).

3. LA EVOLUCIÓN DE LOS 'CLUSTERS' DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS PATENTES

3.1. La diversidad del comportamiento de patentación

Las patentes para ser concedidas deberán pasar por el requisito de «aplicabilidad industrial», eso significa que teóricamente deben contemplarse como incluidas en el marco del conocimiento sintético. Sin embargo, la praxis de la patentación nos indica que en una parte importante de las ocasiones tanto las normas como los examinadores de las patentes prescinden del cumplimiento de cualquiera de los principios de la patentación. Y por el contrario las patentes de mayor éxito en la actualidad, como son las de *software*, las del campo de la biogenética y las de nanotecnologías, se encontrarían mucho más integradas en una lógica de conocimiento analítico.

Nuestra hipótesis, a contrastar en las siguientes páginas, es que las motivaciones y los comportamientos a la hora de patentar son diferentes dependiendo del sector industrial (o económico) de que se trate. La contrastación afirmativa de esta hipótesis sería un indicio más que reforzaría la idea de que en los sistemas de innovación en la coyuntura actual coexisten sectores de índole muy diferente, que presentan una variedad de rutinas y de normas (tanto explícitas como implícitas).

Se observa que los sectores que han tenido más relevancia en la industria manufacturera en los últimos decenios, como son: ordenadores, microelectrónica, automóvil y aeroespacial, no tienen un comportamiento de apropiación del conocimiento exclusivamente patentador. Por otra parte, los sectores que se agrupan en el denominado *cluster* de biociencias contemplan la explosión patentadora más importante de los últimos años.

En lo que se refiere a las motivaciones que conducen a patentar en los diferentes sectores, en todos los casos el norte es la competencia. Ésta se canaliza a través de diferentes caminos. Así, las empresas refuerzan su posición negociadora en el caso de las biociencias por medio del bloqueo de la posible innovación de otras competidoras (*patent blocking*) (Cohen y Walsh, 2001), lo cual les sirve a las empresas para reforzar su posición en las negociaciones de licencias, incluidas licencias cruzadas (Tamada y otros, 2006; Cohen y Walsh, 2001). Por otra parte, las empresas de ordenadores y de microelectrónica están interesadas más por la reputación de la marca y buscan reforzar su posición negociadora en lo referente a procedimientos judiciales y litigios (Bessen y Hunt, 2004). Las patentes que se reflejan en los sectores de microelectrónica y máquinas, son sobre todo patentes de *software*. La patentación permite reforzar la capacidad de imponerse a sus rivales en las vías judiciales. Sin embargo, son sectores que se favorecen menos de las regulaciones plasmadas en la ley Bayh Dole que los sectores de biociencias (Cohen y Walsh, 2001), donde existen redes de *start-ups* innovadoras de carácter nacional.

Donde se plasma de manera más evidente la diversidad de comportamientos

frente a la patentación es en las citas científicas que se incorporan en las solicitudes de patentes; de hecho existe una amplia bibliografía en torno a las relaciones entre ciencia-tecnología a partir de los contenidos en las citas de las patentes. Narin y Olivastro (1992) y Narin y otros (1997) sostienen por ejemplo que las publicaciones derivadas de las investigaciones científicas son un *input* importante para los inventores, y que las patentes no sólo se documentan de la información revelada en otras patentes sino que están dispuestas a captar nuevos conocimientos (Bonaccorsi y Thoma, 2007). Estudios cuantitativos encuentran relaciones de dependencia de la tecnología con la ciencia y se establece de esa manera una clasificación de industrias (Grupp, 1992; Heinze y Schmoch, 2004; Tijssen, 2004).

3.2. Las relaciones ciencia-tecnología

En la literatura se encuentra un amplio tratamiento de las relaciones entre ciencia y tecnología y de las condiciones para el uso productivo del conocimiento (Dasgupta y David, 1994). De hecho, la crítica del llamado modelo lineal, realizada por Kline y Rosenberg (1986) y Rosenberg (1982), nos muestra como el conocimiento tecnológico está sujeto a dinámicas internas específicas, que en muchos casos son relativamente independientes de los avances científicos. Estudios como los de Pavitt (1990) demuestran que las empresas sólo se benefician indirectamente de la ciencia y que, por otra parte, el uso de la investigación científica para la innovación industrial está más relacionada con la formación de capital humano que con la colaboración directa por sí misma (Cohen y otros, 1987; Nelson, 1986).

Precisamente los comportamientos que describen los autores citados para la década de los 80 se corresponden a lo que en este artículo se viene denominando como la perspectiva del «conocimiento sintético», en la cual los inventores, habitualmente en los departamentos de ingeniería de las empresas, no necesitaban apoyarse directamente en investigaciones realizadas y publicadas en el área de las ciencias.

El método NPC o NPL (*Non Patent Citation*) la introdujeron Carpenter, Cooper y Narin (Carpenter y otros, 1980; Carpenter y Narin, 1983), para mostrar la relación entre ciencia y tecnología a partir de las citas bibliográficas de carácter científico contenidas en las solicitudes de las patentes. Por el contrario, aquellas citas contenidas en las patentes que se refieran exclusivamente a otras patentes se enmarcan dentro de las relaciones tecnología-tecnología.

En estas páginas nos interesa estudiar de la manera más objetiva posible la evolución de los diferentes *cluster* hacia una fase de mayor utilización del conocimiento científico en la producción, lo que no significa que la relación de la ciencia con la tecnología y la producción se pueda limitar a las citas de artículos y de libros científicos que se realizan en las solicitudes de patentes. Sin embargo, los límites de este artículo no nos permiten ampliar el análisis de las relaciones entre ciencia e industria.

Bonaccorsi y Thoma (2007) resaltan la necesidad de ampliar la evidencia empírica recogida con los datos de patentes y los casos de industrias estudiados en los años noventa, y de construir una estructura general para el análisis del uso productivo del conocimiento. Sin embargo, estos mismos autores reconocen que esta tarea es difícil por la cantidad de limitaciones que

existen en la literatura. La crítica del modelo lineal ha generado una corriente de estudios sobre las interacciones no-lineales entre ciencia y tecnología, sobre su naturaleza e intensidad. La validación y transmisión del conocimiento entre ciencia y tecnología aún no ha sido explorada con detalle. Por el lado del método también existen errores en la medición, entre los cuales Bonaccorsi y Thoma (2007: 815) destacan:

1. En la literatura no referida a patentes (NPL) no está claro si la cita es realizada por los inventores o por los examinadores. En la USPTO⁴ es realizada principalmente por los inventores, pero en cambio en Europa estas referencias son introducidas exclusivamente por los examinadores. En EE.UU. las citas asignadas son referencias del mismo país, debido entre otras razones a la disponibilidad de las mismas, generando una distorsión muy grave al respecto (Breschi y Lissoni, 2004). Tiene que establecerse la total validación de la información sobre citas de patentes dado que la cita de una patente por parte de otra patente habitualmente supone toda una serie de consideraciones legales y estratégicas.
2. Las citas NPL no transmiten ninguna información acerca del valor generado a la innovación por el contenido científico. La distribución de patentes en función de su utilidad es poco relevante, ya que es posible que las patentes con un elevado número de referencias de NPL estén entre éstas que nunca han sido usadas y, por lo tanto, tengan un valor económico muy limitado. Hay suficiente evidencia

en la literatura sobre la relación que hay entre el valor de las patentes y el número y calidad de las citas recibidas en otras patentes (Hall y otros, 2005; Harhoff y otros, 1999; Jaffe y Trajtenberg, 2002). Otras medidas propuestas para medir el valor de una patente son los pagos para defender infracciones, cuyo seguimiento puede hacerse a través de los litigios sobre patentes (Harhoff y otros, 2003; Lanjouw y Schankerman, 2001).

3. Otra restricción importante de la NPL es que los examinadores de patentes, con el ánimo de limitar las reclamaciones de una patente, lo que hacen es buscar en las patentes existentes alguna referencia a la literatura previa, lo que sería suficiente para limitar la reclamación de la patente sin necesidad de ir a la literatura no referida a patentes (NPL). Esto significa que la NPL prevalece principalmente cuando hay pocas patentes en el estado del arte previo.

Los autores Acosta y Coronado (2002 y 2003) recogen una información exhaustiva sobre patentes para el caso español. En su trabajo han analizado las patentes solicitadas a la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), el número total de citas científicas (NPC), las citas de patentes (PC) y el número de citas NPC, PC y científicas (ISI) por cada patente. Elaboran varios cuadros interesantes, dos de los cuales los presentamos resumidos y fusionados en el cuadro n.º 1⁵.

⁴ USPTO: United States Patent and Trademark Office (Oficina de Patentes Norteamericana).

⁵ Recogemos en el cuadro n.º 1 la clasificación sectorial de patentes en España por empresa, citas científicas y citas de patentes en el período 1998-2001 (Acosta y Colorado, 2002: 35) y las relaciones ciencia-tecnología y tecnología-tecnología, 1998-2001 (Acosta y Colorado, 2002: 36).

Cuadro n.º 1
Clasificación sectorial de patentes en España por empresa, citas científicas, citas de patentes, relaciones ciencia-tecnología y tecnología-tecnología (1998-2001)

Sector tecnológico	N.º patentes (1)	N.º patentes ESP=100 (2)	N.º PAT/ N.º EMP (3)	N.º Citas NPC (4)	N.º Citas NPC ESP=100 (5)	N.º Citas PC (6)	N.º Citas PC ESP=100 (7)	N.º Citas NPC/ N.º PAT (8)	N.º Citas científ. (IS)/N.º PAT (9)	N.º Citas PC/N.º PAT (10)
I. Ingeniería eléctrica										
1. Maquinaria eléctrica y aparatos, energía eléctrica	139	8,46	2,04	4	0,28	87	5,31	0,03	0,01	0,63
2. Tecnología audiovisual	37	2,25	1,37	0	0,00	10	0,61	0,00	0,00	0,27
3. Telecomunicaciones	57	3,47	1,78	8	0,56	12	0,73	0,14	0,02	0,21
4. Tecnología de la información	13	0,79	1,03	0	0,00	18	1,10	0,00	0,00	1,38
5. Semiconductores	4	0,24	1,33	0	0,00	1	0,06	0,00	0,00	0,25
II. Instrumentos										
6. Óptica	7	0,43	2,33	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Análisis, medición y tecnología de control	127	7,73	1,53	12	0,84	111	6,77	0,09	0,05	0,87
8. Tecnología médica	54	3,29	1,29	11	0,77	29	1,77	0,20	0,09	0,54
III. Química y productos farmacéuticos										
9. Química orgánica fina	80	4,87	2,22	500	35,04	250	15,25	6,25	4,59	3,13
10. Química macromolecular, polímeros	10	0,61	1,11	8	0,56	19	1,16	0,80	0,30	1,90
11. Productos farmacéuticos, cosmética	58	3,53	1,76	221	15,49	166	10,13	3,81	2,71	2,86
12. Biotecnología	26	1,58	2,60	466	32,66	91	5,55	17,92	12,73	3,50
13. Materiales, metalurgia	42	2,56	1,31	35	2,45	75	4,58	0,83	0,17	1,79
14. Agricultura, química alimentaria	56	3,41	1,10	67	4,70	70	4,27	1,20	0,84	1,25
15. Ind. química y del petróleo, química de mat. básicos	34	2,07	1,36	58	4,06	44	2,68	1,71	0,85	1,29

.../...

Cuadro n.º 1 (continuación)
Clasificación sectorial de patentes en España por empresa, citas científicas, citas de patentes, relaciones ciencia-tecnología y tecnología-tecnología (1998-2001)

Sector tecnológico	N.º patentes (1)	N.º patentes ESP=100 (2)	N.º PAT/ N.º EMP (3)	N.º Citas NPC (4)	N.º Citas NPC ESP=100 (5)	N.º Citas PC (6)	N.º Citas PC ESP=100 (7)	N.º Citas NPC/N.º PAT (8)	N.º Citas científ. (ISI)/N.º PAT (9)	N.º Citas PC/N.º PAT (10)
IV. Ingeniería de procesos, equipamiento especial										
16. Ingeniería química	40	2,43	1,18	6	0,42	21	1,28	0,15	0,03	0,53
17. Tecnología de las superficies y revestimientos	19	1,16	1,00	9	0,63	25	1,53	0,47	0,32	1,32
18. Procesamiento de materiales, textiles, papel	74	4,50	1,28	0	0,00	35	2,14	0,00	0,00	0,47
19. Procesos térmicos y aparatos	37	2,25	1,85	0	0,00	31	1,89	0,00	0,00	0,84
20. Tecnología medioambiental	26	1,58	1,08	5	0,35	38	2,32	0,19	0,12	1,46
V. Ingeniería mecánica, maquinaria										
21. Maquinaria de herramientas	52	3,16	1,37	0	0,00	42	2,56	0,00	0,00	0,81
22. Motores, bombas y turbinas	23	1,40	1,44	3	0,21	20	1,22	0,13	0,00	0,87
23. Elementos mecánicos	46	2,80	1,59	0	0,00	28	1,71	0,00	0,00	0,61
24. Manipulación, imprenta	138	8,40	1,33	0	0,00	91	5,55	0,00	0,00	0,66
25. Máq. y aparatos para la agric. y tratam. de alimentos	70	4,26	1,21	9	0,63	74	4,51	0,13	0,06	1,06
26. Transporte	79	4,81	1,49	0	0,00	66	4,03	0,00	0,00	0,84
27. Ingeniería nuclear	2	0,12	1,00	0	0,00	15	0,92	0,00	0,00	7,50
28. Tecnología espacial, armas	10	0,61	1,43	0	0,00	18	1,10	0,00	0,00	1,80
29. Bienes de equipo y consumo	144	8,76	1,44	5	0,35	75	4,58	0,03	0,00	0,52
30. Ingeniería civil, construcción y minería	139	8,46	1,38	0	0,00	77	4,70	0,00	0,00	0,55
Total	1.643	100,00	1,46	1.427	100,00	1.639	100,00	0,87	0,59	0,99

(1) Patentes solicitadas a la OEPM. (2) % de las patentes solicitadas por cada sector sobre el total de la industria española. (3) N.º de patentes solicitadas por empresa. (4) N.º de citas NPC (literatura científica, libros de texto y otras citas). (5) % de citas NPC por cada sector sobre el total de la industria española. (6) N.º de citas PC (citas de patentes). (7) % de citas PC por cada sector sobre el total de la industria española. (8) N.º de citas NPC por cada patente solicitada. (9) N.º de citas correspondientes a revistas incluídas en el Institute for Scientific Information (ISI) por cada patente solicitada. (10) N.º de citas PC por cada patente solicitada.

Fuente: Acosta y Colorado (2002: 35-36).

A la luz de la información que proporciona el cuadro anterior se puede afirmar que:

- Los sectores que suman la mayoría de las patentes (aproximadamente el 70%) corresponden a aquellos que han sido considerados como de tecnologías avanzadas en las áreas industrializadas en los años 80 y 90: ingeniería eléctrica, instrumentos, ingeniería de procesos, ingeniería mecánica y maquinaria. Como veremos después, en la década actual estos sectores van a evolucionar.
- Sectores como la química y los productos farmacéuticos han sido muy patentadores en anteriores coyunturas. Hoy en día, con la biotecnología a la cabeza, se integran en lo que sería un nuevo paradigma desde la perspectiva del «conocimiento analítico».

El periodo (1998-2001) al que se refiere la información sobre las patentes corresponde al inicio de una transición hacia la fase de conocimiento analítico, que es cuando ya las bios comienzan a consolidarse a nivel mundial. Esa fase de transición queda perfectamente reflejada por la casi total ausencia de citas científicas (ver cuadro n.º 1) en las patentes en todos los sectores que impulsaban el desarrollo industrial más avanzado en los años 80 y 90. Esos sectores coexisten con la biotecnología, química y farmacia, que establecen unos vínculos muy notables con la ciencia; representan el núcleo principal de la visión analítica del conocimiento, destacando en las áreas de ciencias de la vida, biología y ciencias ambientales, medicina clínica, así como en física, química y ciencias de la Tierra (Acosta y Coronado, 2002: 37).

En la medida en que forma parte del objetivo de este trabajo analizar la estructura sectorial de las patentes referida a la CAPV, y compararla con otras comunidades autónomas (Cataluña y Comunidad de Madrid), podemos observar el siguiente cuadro (cuadro n.º 2). En el mismo recogemos el número de patentes por sector en España, la CAPV, Cataluña y la Comunidad de Madrid. También presentamos el porcentaje que suponen las patentes de cada sector en cada comunidad respecto al total español, así como el porcentaje que representan las patentes de cada sector sobre el total de las patentes de cada comunidad autónoma.

De la información que aparece en el cuadro n.º 2 nos parece relevante destacar:

1. En lo que se refiere al porcentaje por sectores de las patentes en la CAPV con respecto al total español, se observa que:
 - a) El sector de «ingeniería mecánica, maquinaria», y en éste los subsectores de «bienes de equipo y consumo» y de «ingeniería civil, construcción y minería», así como los de «transporte» y de «maquinaria de herramientas», se encuentran por encima que lo que correspondería a la CAPV en términos de PIB⁶.
 - b) También tienen una presencia notable, aunque menos que los citados en el párrafo anterior, los subsectores de «maquinaria eléctrica y aparatos, energía eléctrica»,

⁶ Según los datos del INE correspondientes al PIB de 2006, la CAPV supone el 6,07% del PIB español, Cataluña el 18,95% y la Comunidad de Madrid el 17,47%.

- «análisis, medición y tecnologías de control» e «impresión».
- c) Por el contrario, se constata una baja presencia de la CAPV en el sector de «química y productos farmacéuticos».
2. Sobre la comparación de las estructuras de patentes entre la CAPV y las dos autonomías más patentadoras, se observa que:
- a) La Comunidad con mayor número y peso de patentes es Cataluña, que en todos los sectores obtiene una mayor actividad patentadora, muy superior a su peso en términos de PIB.
- b) La Comunidad de Madrid únicamente se encuentra a la altura de la de Cataluña en los sectores de «instrumentos», «química y productos farmacéuticos»; aunque Madrid se encuentra nítidamente por encima en los subsectores de «semiconductores», «ingeniería nuclear» y «biotecnologías».
- c) Los sectores que en la CAPV tienen un peso claramente por encima de su PIB son «ingeniería eléctrica» e «ingeniería mecánica y maquinaria», sobre todo en «máquina herramienta», así como en otros sectores mencionados anteriormente.
3. Si se comparan las estructuras sectoriales de las tres Comunidades Autónomas que estamos analizando, se comprueba que:
- a) Las tres comunidades presentan análogo peso en sus estructuras en «ingeniería eléctrica», «ingeniería de procesos» e «instrumentos».
- b) El sector de «química y productos farmacéuticos» presenta pesos variados. En la Comunidad de Madrid el peso es la cuarta parte de su estructura de patentes (sobre todo por las biociencias), Cataluña tiene un peso algo menor, y en la CAPV el peso es insignificante.
- c) En lo que se refiere al sector de «ingeniería mecánica y maquinaria», la CAPV tiene un peso sobre su estructura de la mitad del total, mientras que para Cataluña ese sector supone 1/3 del total y para Madrid la cuarta parte.
- Algunas de las conclusiones de interés que se pueden extraer de la información estadística comentada son que:
- Las estructuras de patentes de las comunidades autónomas estudiadas se acercarán más (sobre todo para el caso vasco) al paradigma de conocimiento sintético.
 - Sin embargo, esas mismas estructuras, tal y como ha quedado explicitado en nuestro esquema conceptual, pueden evolucionar hacia otra fase de conocimiento analítico, siempre que la mayoría de esos sectores industriales pasen por una reconversión notable.
 - No obstante, se observan algunas ramas industriales en las que se impone el conocimiento analítico, como ocurre con las biotecnologías en el caso de Madrid.

Cuadro n.º 2 (continuación)
Estructura de patentes en la CAPV comparada con otras Comunidades Autónomas de España (2001-2006)

Sector	N.º pat. ESP	% ESP	N.º pat. CAPV	% CAPV/ESP	% SEC/CAPV	N.º pat. MAD	% MAD/ESP	% SEC/MAD	N.º pat. CAT	% CAT/ESP	% SEC/CAT
IV. Ingeniería de procesos, equipamiento especial	3.915	100	207	5,29	18,65	621	15,86	20,03	1.234	31,52	27,34
4.1. Ingeniería química	520	100	21	4,04	1,89	110	21,15	3,55	116	22,31	2,57
4.2. Tecnología de las superficies y revestimientos	245	100	14	5,71	1,26	53	21,63	1,71	77	31,43	1,71
4.3. Materiales, metalurgia	389	100	34	8,74	3,06	99	25,45	3,19	64	16,45	1,42
4.4. Procesamiento de materiales, textiles, papel	677	100	25	3,69	2,25	69	10,19	2,23	270	39,88	5,98
4.5. Impresión	1.158	100	78	6,74	7,03	139	12,00	4,48	460	39,72	10,19
4.6. Agricultura y alimentación, maquinaria y aparatos	654	100	22	3,36	1,98	86	13,15	2,77	190	29,05	4,21
4.7. Tecnología medioambiental	272	100	13	4,78	1,17	65	23,90	2,10	57	20,96	1,26
V. Ingeniería mecánica, maquinaria	5.432	100	590	10,86	53,15	848	15,61	27,35	1.566	28,83	34,69
5.1. Maquinaria de herramientas	420	100	84	20,00	7,57	32	7,62	1,03	134	31,90	2,97
5.2. Motores, bombas y turbinas	324	100	32	9,88	2,88	53	16,36	1,71	87	26,85	1,93
5.3. Procesos térmicos y aparatos	363	100	35	9,64	3,15	66	18,18	2,13	71	19,56	1,57
5.4. Elementos mecánicos	462	100	65	14,07	5,86	54	11,69	1,74	178	38,53	3,94
5.5. Transporte	927	100	88	9,49	7,93	181	19,53	5,84	315	33,98	6,98
5.6. Tecnología espacial, armas	109	100	7	6,42	0,63	34	31,19	1,10	16	14,68	0,35
5.7. Bienes de equipo y consumo	1.402	100	137	9,77	12,34	208	14,84	6,71	380	27,10	8,42
5.8. Ingeniería civil, construcción y minería	1.425	100	142	9,96	12,79	220	15,44	7,10	385	27,02	8,53
Total	15.491	100	1.110	7,17	100,00	3.100	20,01	100,00	4.514	29,14	100,00

N.º pat ESP: N.º de patentes solicitadas en España. CAPV: Comunidad Autónoma del País Vasco. MAD: Comunidad de Madrid. CAT: Cataluña. SEC: Sector.

Fuente: OEPM y elaboración propia.

3.3. Los sectores con mayor peso de la ciencia

Es precisamente en aquellos sectores en los que las patentes presentan un mayor peso científico donde las universidades actualmente patentan con prioridad. Nos estamos refiriendo a áreas relacionadas con las ciencias de la vida, incluidas la biomedicina y la biotecnología, así como la química, que tiene una presencia notable en Europa. A las áreas señaladas se podrían agregar las telecomunicaciones, los instrumentos y las tecnologías medioambientales (Geuna, 2006).

En un estudio realizado por Bonaccorsi y Thoma (2007) se demuestra que en el campo de las nanotecnologías la producción de más de las dos terceras partes involucra actividad científica. Dichos autores ponen en evidencia que en este campo emergente la producción de nuevo conocimiento está creciendo mucho más rápido que el promedio de las ciencias y las ingenierías; adicionalmente, comprueban que los científicos de esta rama tienen un gran impacto en la actividad patentadora en diversas formas. Así mismo, señalan que el área de las nanotecnologías se caracteriza por altos niveles de colaboración institucional entre la industria y la academia.

Aunque el término «patentes basadas en la ciencia» no sea un término al uso, y posiblemente sea difícil de precisar, con él nos referimos a aquellas patentes donde se han incorporado resultados de la investigación sistemática realizada por científicos y reconocida como ciencia internacionalmente.

A partir de los trabajos de diversos autores que citamos a continuación, se pueden realizar las siguientes consideraciones respecto a la base científica de las patentes:

1. En general las patentes en las que se encuentran citas científicas son pocas, y están muy concentradas en determinados sectores y países (Acosta y Coronado, 2002 y 2003). Como se muestra en otros estudios, las relaciones más intensas con la ciencia se encuentran en las biociencias, así como en sectores de la química y tecnologías de la información, aunque también en farmacia y electrónica; mientras que las áreas que se encuentran muy por debajo en esa relación son: la ingeniería civil y la mecánica. Pero también existen otros tipos de relaciones con la ciencia que no están comprendidas en las citas, como son la movilidad, la cooperación con empresas, etc. (Acosta y Coronado, 2002)
2. Tamada *et al.* (2006) demuestran que la intensidad de vinculación entre ciencia y tecnología difiere de manera significativa según la tecnología de la que se trate. Para esa demostración, como en otros casos observados, los autores analizan las citas de artículos científicos encontradas en las patentes japonesas y, después de utilizar una metodología de tratamiento y de búsquedas en las bases de datos de patentes en Japón, encuentran la vinculación entre ciencia y tecnología y las invenciones patentadas. La mayor vinculación la encuentran en los «microorganismos», siguiéndole otras tecnologías muy próximas; por el contrario, la diferencia con la subclase «análisis o síntesis de voz» es de más de nueve veces (Tamada y otros, 2006: 299). Las invenciones más vinculadas con la ciencia se integran plenamente en aquellos sec-

tores que caracterizan la fase relacionada con la perspectiva de conocimiento analítico: biogenética, química avanzada, software avanzado, biomedicina, nanociencia, nanotecnologías, etc.

Los autores Murray y Stern (2003) realizan una comparación de artículos de la revista «*Nature biotechnology*», desde 1997 hasta 1999, entre aquellos a los cuales se les ha concedido una patente y los artículos no patentados, llegando a la conclusión de que inicialmente el nivel de citas de los dos grupos es muy similar; pero sin embargo, una vez que se obtiene la patente, el número de citas del artículo desciende considerablemente (efecto *anti-commons*).

En ciertas áreas cada vez resulta más difícil patentar por parte de personas o grupos que no se dediquen a la investigación científica. Meyer (2006) estudia la relación entre autores de artículos científicos e inventores (que patentan), para lo cual estudia el sector de las nanociencias y recoge una muestra de 100.000 artículos indexados y de 4.000 patentes. Después de cruzar ambas variables, concluye que hay un porcentaje significativo de inventores que además son creadores de artículos, y que en buena medida son parte del grupo de la élite de más citados. Además encuentra que en esa élite de más citados hay relativamente más inventores que en otros niveles más bajos de artículos científicos. En definitiva, esa investigación ilustra de qué manera los inventores-autores publican y patentan, desempeñando así un papel importante tanto en la investigación científica como en el desarrollo tecnológico (con las patentes). En la medida en la que el output de publicaciones es alto, también son comparativamente más citados. Con ello se muestra que la práctica de publicar y pa-

tentar no parece tener contraindicaciones o efectos adversos (Meyer, 2006).

No resulta fácil precisar quiénes son los autores y cuáles son las motivaciones de la patentación académica. Sin embargo, conocemos mejor cuáles son las áreas en donde los universitarios patentan; como hemos visto, la biomedicina es el mayor objeto de patentación en la actualidad.

Si las patentes basadas en la ciencia descansan en buena medida en la investigación realizada en universidades, entonces estas últimas deberían ser muy patentadoras al menos en los sectores de vanguardia. Sin embargo, el éxito comercial de las patentes universitarias queda reducido a unas pocas. En realidad entre los objetivos de los planificadores de patentes de las universidades se considera la búsqueda de algún éxito comercial periódicamente que les recompense, pero siempre teniendo en cuenta que a la hora de patentar los investigadores tienen como motivaciones principales, el prestigio y el reconocimiento. Esta conclusión de Iversen, Gulbrandsen y Klitkou (2007) se ratifica en la encuesta realizada por López y otros (2006).

La explicación de este fenómeno es que mientras en la investigación universitaria se encuentra el origen de buena parte del resultado científico (incluso el potencialmente patentable) sin embargo, para que ese resultado se valide comercialmente, o se plasme en patentes, es necesaria la intervención y participación empresarial, bien sea a través de contratos de licencias o patentes con empresas o grupos, o a través de la creación de empresas *ad-hoc* (*spin-offs*) para explotar los propios descubrimientos.

Es evidente que sectores como las biociencias, química avanzada, medicamen-

tos, software y nanociencias, responden nitidamente a la fase de conocimiento analítico caracterizado, entre otros rasgos, por una más intensa participación de la ciencia, y por lo tanto por una mayor relación entre las universidades y las empresas. Sin embargo, aquellos otros sectores que caracterizan otra época, como por ejemplo ingenierías, maquinaria y electrónica, se ubican en la esfera del conocimiento sintético hasta mediados de los noventa; pero a partir de ese momento comienza una transición, que en realidades como la española en el año 2001 todavía no se apreciaba, y que se dirige hacia unos *cluster* renovados con contenidos más científicos y que incorporan mayor intensidad de I+D.

3.4. La evolución de los sectores de la industria tradicional

Los autores Suzuki y otros (2006) analizan la dependencia entre ciencia y patentes en la manufactura de maquinaria eléctrica en Japón. Para ello escogieron los artículos citados en las solicitudes de patentes en una serie histórica de un decenio y una muestra de las 10 empresas japonesas más importantes del sector, empresas que se encuentran entre las más patentadoras del mundo (Hitachi, Matsushita, Toshiba, Mitsubishi electrónica, NEC, Fujitsu, Sony, Sharp, Canon y Murata Man.), todas muy intensivas en I+D.

En contra de lo que se puede pensar en una lógica del desarrollo de las tecnologías tradicionales, una conclusión importante de este estudio es que «la industria de maquinaria eléctrica es el prototipo de una industria basada en la ciencia» (Suzuki y otros, 2006: 267). Se presentan datos sobre gastos de I+D, artículos científicos e

invenciones durante los años noventa que reflejan definitivamente una tendencia de la industria en la dirección de potenciar la investigación científica-orientada (aplicada). El análisis realizado por los autores refleja una relación complementaria entre la invención y las citas de los artículos que incluyen conocimiento científico básico, de manera que a un crecimiento en las invenciones corresponde un crecimiento en las citas (Suzuki y otros, 2006: 285). El vínculo de las patentes con la ciencia es positivo y estadísticamente significativo en los indicadores de patentes, lo que indica que debería ser un elemento importante en la estrategia de esos grupos empresariales. En otras palabras, el crecimiento de las vinculaciones con la ciencia debería llevar a retornos para las empresas.

Si se revisa la información estadística disponible en la actualidad, llama la atención que son las patentes de *software* las que tienen un claro crecimiento en el mundo. La polémica que existe en torno a la legitimidad de este tipo de patentes sobrepasa los límites de este artículo. Quizás lo más sorprendente para un observador externo es que la mayoría de las patentes de *software* provienen de sectores industriales cuya dedicación principal no es la producción de *software*; y precisamente la mayoría de las patentadoras son las grandes empresas multinacionales que lideran los sectores de maquinaria, electrónica e instrumentos, sectores desde donde surge una parte importante de las patentes de *software* (Bessen y Hunt, 2004: 21).

En el sector electrónico la patentación de *software* se da sobre todo en los semiconductores; en el sector de maquinaria el mayor número de patentes tiene relación preferentemente con la industria de ordenadores; pero habría que incluir servicios em-

presariales cuyo *software* es también objeto de patentación.

En el trabajo de investigación realizado por James Bessen y Robert M. Hunt (2004), se sostiene que:

- a) La mayor parte de las patentes de *software* no proceden de una dedicación de inversiones financieras y humanas importantes de programadores informáticos. Se trata de empresas que van más allá de la programación y que están vinculadas a los sectores ya señalados (electrónica y maquinaria).
- b) Los estudios realizados muestran una baja correlación entre la I+D dedicada por las empresas y la patentación de *software*.
- c) Las empresas patentadoras generalmente gestionan sus carteras de patentes como directriz de un marco de estrategias competitivas, con la característica principal de desarrollar aquéllas sobre todo en la esfera de los litigios judiciales, y menos en la esfera que le sería propia al mercado. La competitividad en estas patentes no se juega en las ventajas proporcionadas por la I+D, sino sobre todo en la mejor gestión legal de las carteras de derechos de Propiedad Intelectual. Esta explicación («*The patent thicket explanation*») pone de manifiesto que la propensión a patentar *software* no proviene precisamente de las industrias dedicadas al desarrollo de la programación (Bessen y Hunt, 2004).
- d) En la literatura que hemos revisado en páginas anteriores observamos que diferentes tipos de instituciones presentan una especialización distinta

respecto a los sectores donde patentan. En muchas regiones o espacios industriales las empresas han patentado casi exclusivamente en sectores relacionados con la ingeniería y la maquinaria. Por el contrario, las universidades tienden a patentar más en los sectores de las biociencias y de los productos farmacéuticos. Esa especialización la observan Iversen y otros (2005) para Noruega.

4. CONCLUSIONES

A modo de síntesis y de una forma operativa, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Los elementos, las actividades y las relaciones que describen el funcionamiento de un sistema de innovación local/regional evolucionan en el tiempo.
2. Es preciso estudiar de forma particularizada la dinámica evolutiva de cada RIS para poder tener un conocimiento más completo y detallado sobre el mismo.
3. La evolución y «transformación» de los RIS investigada toma como factor referente nuevos y mejores niveles de competitividad de éstos.
4. Si bien la innovación que se contempla en la actualidad tiene como vector motor la comercialización, la misma se une de forma novedosa al conocimiento analítico. Este binomio comercialización-conocimiento analítico se convierte así en uno de los factores relevantes para explicar la evolución de los RIS y los cambios en sus estructuras tradicionales o clásicas.

5. La patentación, y en concreto la realizada con cita científica puede ser una excelente variable explicativa o «*proxy*» de los sectores que están situados en el binomio comercialización-conocimiento analítico.
6. En dicha actividad, en la medida en que la investigación científica resulta fundamental, queda consolidada la relevancia de las instituciones universitarias.
7. Patentar genera diversos efectos entre los diferentes agentes, así:
 - A las instituciones universitarias las introduce en la competencia como lógica de funcionamiento.
 - A las empresas las somete a la internacionalización.
 - Al decisor público le exige un diseño de políticas de apoyo a la internacionalización y a la investigación científica.
8. En el caso de la CAPV se observa, desde el esquema conceptual conformado, que los sectores que están en la línea de la «transformación competitiva» de los RIS se sitúan en los ámbitos más clásicos de producción (ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y maquinaria,...) frente a los más habituales en este ámbito (biociencias, productos farmacéuticos, química,...).
9. Para los agentes implicados sería deseable, por su parte, la adopción de las siguientes buenas prácticas:
 - Para las instituciones universitarias, reorganizarse con la finalidad de ser aptas para una competencia eficiente. Esto es, poder hacer factible en su seno la compatibilidad de los criterios académicos con los criterios de comercialización.
 - Para las empresas, realizar sendos esfuerzos de transformación estratégica con el fin de patentar también en los destinos de su inversión internacional y hacerlo desde parámetros más cercanos al conocimiento analítico.
 - Para el decisor público, el reforzamiento de las redes de cooperación entre las instituciones universitarias y las empresas, sobre todo en los sectores que ya están señalizando una fuerte proclividad hacia la patentación con cita científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, M. Y CORONADO, D. (2002): «Las relaciones ciencia-tecnología en España. Evidencias a partir de las citas científicas en patentes», *Economía Industrial*, 346: 27-46.
- 2003: «Science – technology flows in Spanish regions. An analysis of scientific citations in patents», *Research Policy*, 32: 1763-1803.
- ANGULO, C. (2001): «Recursos humanos en alta tecnología», V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 15-18 de octubre, Montevideo.
- ASHEIM, B.T. Y COENEN, L. (2005): «Knowledge bases and regional innovation systems; Comparing Nordic Clusters», *Research Policy*, 34: 1173-1191.
- ASHEIM, B.T. Y GERTLER, M.S. (2005): «The geography of innovation: regional innovation systems», en FAGERBERG, J.; MOWERY, D. Y NELSON, R. (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford, 291-317.
- BESSEN, J. Y HUNT, R. (2004): *The software patent experiment*. Disponible en: <http://www.researchoninnovation.org/softpat.pdf>
- BONACCORSI, A. Y THOMA, G. (2007): «Institutional complementarity and inventive performance in nano science and technology», *Research Policy*, 36: 813-831.
- BOSCHMAN, A. Y FRENKEN, K. (2003): «Evolutionary economics and industry location», *Review for Regional Research*, 23: 183-200.
- BRESCHI, S. Y LISSONI, F. (2004): «Knowledge networks from patent data: methodological issues and research targets», en GLÄNZEL, W.; MOED, H. Y SCHMOCH, U. (eds.), *Handbook of Quantitative S&T Research*, Kluwer Academic Publishers.
- CARPENTER, M.P. Y NARIN, F. (1983): «Validation study: patent citations as indicators of science and foreign dependence», *World Patent Information*, 5 (3): 180-185.
- CARPENTER, M. P.; COOPER, M. Y NARIN, F. (1980): «Linkage between basic research and patents», *Research Management*, 23: 30-35.
- CASTELLACI, F.; GROADL, S.; MENCONCA, S. Y WIBE, M. (2005): «Advances and challenges in innovation studies», *Journal of Economic Issues*, XXXIX (1): 91-121.
- CHEN, L.C. (2009): «Learning through informal local and global linkages: The case of Taiwan's machine tool industry», *Research Policy* (In Press, Corrected Proof, Available online 3 December 2008).
- COHEN, W. Y WALSH, J. (2001): «Public Research, Patents and Implications for Industrial R&D in the Drug, Biotechnology, Semiconductor and Computer Industries» en CHARLES W. Wessner (ed.), *Capitalizing on New Needs and New Opportunities: Government - Industry Partnerships in Biotechnology and Information Technologies*, Board on Science, Technology, and Economic Policy, National Research Council, 223-243. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/10281.html>
- COHEN, W.M.; LEVIN, R.C. Y MOWERY, D.C. (1987): «Firm size and R&D intensity: a re-examination», *The Journal of Industrial Economics*, 35: 543-565.
- COOKE, P. (2004): «The molecular biology revolution and the rise of bioscience megacentres in North America and Europe», *Environment and Planning C*, 22: 161-177.
- COOKE, P.; URANGA, M.G. Y ETXEBARRIA, G. (1997): «Regional systems of innovation: Institutional and organisational dimensions», *Research Policy*, 26: 475-491.
- COOKE, P.; HEIDENREICH, M. Y BRACZYK, H.J. (eds.) (2004): *Regional innovation systems: The role of governances in a globalized world*. London: Routledge.
- DASGUPTA, P. Y DAVID, P.A. (1994): «Toward a new economics of science», *Research Policy*, 23: 487-521.
- ETZKOWITZ, H. Y LEYDESORFF, L. (2000): «The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-industry-government relations», *Research Policy*, 29: 109-123.
- FREDDI, D. (2009): «The integration of old and new technological paradigms in low- and medium-tech sectors: The case of mechatronics», *Research Policy* (In Press, Corrected Proof, Available online 11 December 2008).
- GEUNA, A. Y NESTA, L. (2006): «University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence», *Research Policy*, 35: 795-807.
- GRANSTRAND, O., PATEL, P. Y PAVITT, K. (1997): «Multi-technology corporations: why they have "distributed" rather than "distinctive core" competencies», *California Management Review*, 39: 8-25.
- GRUPP, P. (1992): en GRUPP, H. (Ed.), *Dynamics of Science Based Innovation*, Springer-Verlag.
- GUNTIN, X. (2001): «Especialización tecnológica nos países da OCDE: patróns e tendencias», *Revista galega de economía*, 10, 1: 211-230.

- HALL, B.H.; JAFFE, A. Y TRAJTENBERG, M. (2005): «Market value and patent citations», *RAND Journal of Economics*, 36: 16-38.
- HARHOFF, D.; NARIN, F.; SCHERER, F.M. Y VOPEL, K. (1999): «Citation frequency and the value of patented inventions», *Review of Economics and Statistics*, 81: 511-515.
- 2003: «Citations, family size, opposition and the value of patent rights», *Research Policy*, 32: 1343-1363.
- HEIDENREICH, M. (2009): «Innovation patterns and location of European low- and medium-technology industries», *Research Policy* (In Press, Corrected Proof, Available online 2 December 2008).
- HEINZE, S. Y SCHMOCH, U. (2004): «Opening the black box», en GLÄNZEL, W.; MOED, H. Y SCHMOCH, U. (eds.), *Handbook of Quantitative S&T Research*, Kluwer Academic Publishers.
- HIDALGO, A. Y PENAS, G. (2008): «Las ayudas a la extensión de patentes españolas como mecanismo de apoyo a la internacionalización de la tecnología», *Madrimsd*, 49, octubre.
- IMMARINO, S. (2005): «An evolutionary integrated view of Regional System of innovation», *European Planning Studies*, 13, 4: 497-519.
- IVERSEN, E.; GULBRANDSEN, M. Y KLITKOU, A. (2007): «A baseline for the impact of academic patenting legislation in Norway». *Scientometrics*, 70, 2: 393-414.
- IVERSEN, E.J.; RAPMUND, A. Y GULBRANDSEN, M. (2005): «Light in the empirical shadow: baselining the impact of academic patenting legislation in Norway», en 5th European Policy for Intellectual Property (EPIP) Conference, 10-11 Marzo, Copenhagen, Denmark.
- JAFFE, A. Y TRAJTENBERG, M. (2002): *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- KLINE, S. J. Y ROSENBERG, N. (1986): «An overview of innovation», en LANDAU, R. Y ROSENBERG, N. (eds.), *The Positive Sum Strategy*, National Academy Press, Washington, DC.
- LAESTADIUS, S. (1998): «Technology level, knowledge formation, and industrial competence in paper manufacture», en ELIASSON, G. et al. (eds.), *Micro foundations of economic growth*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 212-226.
- LAMBOOY, J. (2005): «Innovation and knowledge. Theory and regional policy», *European Planning Studies*, 13, 8: 1137-1152.
- LANJOUW, J.O. Y SCHANKERMAN, M.. (2001): «Characteristics of patent litigation: a window on competition», *RAND Journal of Economics*, 32 (1).
- LÓPEZ, S. Y OTROS (2006): «Gestión del conocimiento con aplicaciones comerciales en Universidades: Patentes y licencias». Informe final, Proyecto de investigación financiado por el Comité de Desarrollo de la Investigación – Codi de la Universidad de Antioquia. Patrocinado por CONICYT – Chile y COLCIENCIAS – Colombia.
- LUNDWALL, B.A. (2007): «National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool», *Industry and Innovation*, 14, 1: 95-119.
- MEYER, M. (2006): «Are patenting scientists the better scholars? An exploratory comparison of inventor-authors with their non-inventing peers in nano-science and technology», *Research Policy*, 35: 1646-1662.
- MOODYSSON, J.; COENEN, L. Y ASHEIM, B. (2008): «Two Sides of the Same Coin? Local and Global Knowledge Flows in Medicon Valley», CIRCLE Electronic Working Paper Series, Paper 2008/15. Center for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy, Lund University, Sweden (Disponible en <http://www.circle.lu.se/publications>).
- MURRAY, F. Y STERN, S. (2003): «Do formal intellectual property rights hinder the free flow of scientific knowledge? An empirical test of the anti-commons hypothesis». SPRU Conference in Honor of Keith Pavitt, Brighton (Cited draft dated November 10, 2003).
- NARIN, F. Y OLIVASTRO, D. (1992): «Status report: linkage between technology and science», *Research Policy*, 21: 237-249.
- NARIN, F. HAMILTON, K.S. Y OLIVASTRO, D. (1997): «The increasing linkage between U.S. technology and public science», *Research Policy*, 26: 317-330.
- NAVARRO, M. (2008): «Estrategia económica y tejido productivo en la Comunidad Autónoma Vasca», en ZALLO, R. (coord.), *El País Vasco en sus encrucijadas. Diagnósticos y propuestas*. Tartalo, Donostia.
- NELSON, R.R. (1986): «Institutions supporting technical advance in industry», *The American Economic Review* 76, 186-189.
- OCDE (1997a): *Main Industrial Indicators*, Paris
- 1997b: *Révision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie*, Doc. OCDE/GD (97)216.
- PAVITT, K. (1990): «What we know about the strategic management of technology», *California Management Review*, 32, 17.
- PINE, J. Y GILMORE, J. (1999): *The experience economy*, Harvard Business School Press. New York.
- ROBERTSON, P. Y PATEL, P.R. (2007): «New wine in old bottles: Technological diffusion in developed countries», *Research Policy*, 36, 5: 708-721.

- ROSENBERG, N. (1982): *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- STORPER, M. (2000): «L'innovation comme action collective; produits, technologies et territoires», en GILLY, J.P. Y TORRE, A. (eds.), *Dynamiques de proximité*. Paris, L'Harmattan, 99-129.
- SUZUKI, J., GEMBA, K., TAMADA, S., YASAKI, Y. Y GOTO, A. (2006): «Analysis of propensity to patent and science-dependence of large Japanese manufacturers of electrical machinery», *Scientometrics*, 68, 2: 265-268.
- TAMADA, S.; NAITO, T.; KODAMA, F.; GEMBA, K. Y SUZUKI, J. (2006): «Significant difference of dependence upon scientific knowledge among different technologies», *Scientometrics*, Vol. 68, No. 2, 289-302.
- TIJSSEN, R.J.W. (2004): «Measuring and evaluating science and technology connections and interactions», en GLÄNZEL, W.; MOED, H. Y SCHMOCH, U. (eds.), *Handbook of Quantitative S&T Research*, Kluwer Academic Publishers.
- VISSER, E.J. Y ATZEMA, O. (2008): «With or Without Clusters: Facilitating Innovation through a Differentiated and Combined Network Approach», *European Planning Studies*, 16, 9: 1169-1188, october.