

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# Conectividad Internacional y Transferencia de Tecnología de las Universidades Españolas

Isabel Álvarez

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España  
mialvare@ucm.es

Raquel Marín

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España  
rmarinsa@ucm.es

Lisset Medina

Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), España  
lissetme@ucm.es

## Resumen

La universidad es un agente clave para el avance del conocimiento y la investigación científica y, junto a otras organizaciones, también para la innovación tecnológica. En este trabajo se analiza el papel de las universidades españolas como agente clave en la generación de entornos que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a través de las patentes. Se utiliza la información de la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), en el periodo 1990-2017, para analizar la distribución geográfica de las patentes universitarias en el contexto español, la configuración de las relaciones entre los distintos socios con los que se colabora para la generación de patentes, tanto a nivel nacional como internacional. Con un análisis de regresión se explican los factores más relevantes en las patentes universitarias de los entornos innovadores y se finaliza con algunas ideas sobre la importancia de las redes de colaboración y el impacto en el entorno, teniendo en cuenta el reto de las universidades en la actualidad de contribuir también a la solución de problemas de la sociedad, mejorando las condiciones ambientales, sociales y económicas de los contextos locales y nacionales.

## Palabras clave

Universidades; transferencia; patentes; innovación; colaboración.

## 1. Introducción

Las patentes constituyen uno de los principales indicadores para aproximar empíricamente la generación y transferencia de conocimiento en los ámbitos de la ciencia y la tecnología (Carlsson et al., 2002). En este trabajo se realiza un análisis de las patentes, específicamente de aquellas en las que intervienen las universidades españolas, atendiendo tanto a la distribución geográfica como según campo tecnológico, y a la colaboración nacional e internacional en ciencia y tecnología, distinguiéndose cuáles son los agentes y los países más relevantes con los que se colabora a la hora de patentar. El propósito es tratar de identificar el perfil de transferencia de las universidades a través de las patentes, y comprobar el grado y el papel de la internacionalización de investigadores e instituciones en la formación de los ecosistemas locales en España.

La universidad ha ido consolidando su peso y relevancia en la propia evolución del sistema español de ciencia, tecnología e innovación de las últimas décadas, y lo ha hecho tanto en el ámbito de la

docencia y la formación de personas, como en su papel de centro de producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. En el marco normativo de referencia, la Ley Orgánica de Universidades de 6 de diciembre de 2001 (BOE-A-2001-24515), el artículo 41 alude al fomento de la investigación, del desarrollo científico y de la innovación tecnológica en la Universidad. En particular, en el punto 2g de ese artículo se hace mención explícita a *“la vinculación entre la investigación universitaria y el sistema productivo, como vía para articular **la transferencia de los conocimientos generados** y la presencia de la universidad en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas, prestando especial atención a la vinculación con el sistema productivo de su entorno”*. Esto conduce a afirmar que la estructura de relaciones entre las universidades y su entorno, proporcionan un marco adecuado para estudiar la articulación y la dinamización de factores que favorecen la generación y transferencia de ciencia y tecnológica en los contextos locales.

La idea de partida es, por lo tanto, que las universidades, además de sus actividades docentes y de investigación, pueden tener vínculos sólidos y estar estrechamente relacionadas con otros centros de I+D, empresas privadas, parques tecnológicos, y organismos e instituciones públicas, propiciándose así la generación de nuevo conocimiento que es fuente de innovación, de productividad y de crecimiento económico. En el caso español, la propiedad industrial está regulada en la Ley de Patentes 24/2015, que entró en vigor el 1 de abril de 2017 (BOE-A-2015-8328), y en la que se dedica un espacio diferenciado -el artículo 21- al régimen jurídico de las invenciones realizadas en las universidades públicas, y también en otros entes públicos de investigación.

Por su parte, la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020, como marco de referencia en materia de investigación e innovación para el país, y dentro de ésta el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, y el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020, se articulan para favorecer el impulso e impacto de la investigación y el desarrollo de un entorno innovador que permita dar respuesta a los grandes retos de la sociedad. En este contexto, teniendo en cuenta la importancia de la universidad y de la colaboración con otras organizaciones en el marco de la innovación tecnológica, en este documento se analiza el papel de las universidades españolas como agente clave en la generación de entornos que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a través de las patentes.

## **2. Antecedentes**

Las universidades juegan un papel estratégico en la generación y difusión de conocimiento científico y tecnológico, y el papel en su entorno viene dado por su integración a los sistemas de innovación, como un actor clave en la dinamización de los mecanismos de transferencia de ciencia y tecnología. El modelo de la triple hélice, que fuera impulsado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), hace referencia a la importancia de las interacciones entre la academia, la industria y el gobierno en una economía basada en el conocimiento. De hecho, esta vinculación constituye un factor relevante y hace más probable no solo la generación de conocimiento sino también su intercambio y transferencia al sector productivo y social. El proceso de transferencia y la relación existente entre la universidad y su entorno, puede ser analizado teniendo en cuenta dos posibles direcciones o vías; por un lado, según lo que la universidad recibe de su entorno y, por el otro, atendiendo a lo que la universidad entrega a su entorno. Es por ello que la actividad de la universidad y su capacidad de influencia, es algo que está ligado a las características sociales,

ambientales y políticas, que son propias de la región donde se encuentre ubicada, definiendo un importante componente de arraigo.

La comprensión del proceso de transferencia también requiere descender al interior de la organización de las universidades y, en particular, atender a la capacidad y actividad de aquellas unidades intermedias dedicadas específicamente a la gestión de la investigación y a la transferencia (COTEC, 2003). Además, en un estudio realizado por Fuster et al. (2018), se confirmaba empíricamente que las empresas spin-off universitarias son actores principales en el ecosistema universitario emprendedor, y contribuyen a fortalecer la transferencia de conocimiento a través de sus relaciones con otras empresas, incluso más allá de este ecosistema. Por otra parte, la presencia de parques científicos y la concentración local de empresas de alta tecnología puede tener un efecto positivo en la comercialización de la investigación universitaria, tal como señalan Caldera y Debande (2010). Todos estos instrumentos resultan ser de gran relevancia para el establecimiento de ecosistemas de innovación dado que tienen la función de favorecer la transferencia de conocimiento entre la universidad y su entorno.

Por su parte, las patentes constituyen una fuente de información valiosa del avance tecnológico y son indicadores de medición de la colaboración y la internacionalización de la innovación (Griliches, 1990). Como señala el Informe de la Comisión Europea “*Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Union*” (EC, 2014), es creciente la importancia de llevar a cabo acciones conducentes a fortalecer el papel de las universidades como instituciones que participan en la co-creación con socios interactivos en los ecosistemas de innovación, ante el proceso de transformación interno en las universidades y su concepción actual como centros de difusión de conocimiento e incluso como principales centros intermediarios en el proceso de comercialización de la ciencia y la tecnología.

Los datos de patentes representan una valiosa fuente de información relacionada con el desarrollo científico y tecnológico. Una patente es un título de propiedad que otorga el Estado sobre las invenciones; para ello, es necesario cumplir con los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. A partir de esta información y con el propósito de recoger algunas dimensiones que caracterizan la propiedad industrial, uno de los principales referentes a nivel global sobre regulación de patentes en las universidades es la denominada ley *Bayh Dole*, de principios de los años ochenta en Estados Unidos, que se enfocó principalmente en la enajenación de aquellas invenciones que se derivaban de la investigación realizada con fondos federales. Con posterioridad, a finales de los años 90, y siguiendo el ejemplo normativo de Estados Unidos, otros países europeos procedieron a reformar y adaptar su marco regulatorio para poder dotar de una mayor participación y autonomía a las universidades en las actividades relacionadas con la propiedad intelectual y las formas de vinculación con entidades del sector público y privado (Rafferty, 2008).

Existen diversos estudios relacionados con las patentes universitarias en el contexto europeo. Entre estos cabe reseñar el análisis de las patentes en Finlandia en relación con los resultados de una encuesta realizada a inventores académicos entre los que se da cuenta que la mayoría de los inventos que se patentaban estaban estrechamente relacionados con la investigación científica, y que ésta a su vez estaba frecuentemente financiada con fondos públicos (Meyer et al., 2003). Por su parte, Saragossi et al. (2003) estudian las patentes de las universidades belgas; el trabajo de Balconi et al. (2004) muestra el análisis de las patentes académicas italianas y de las redes de colaboración de inventores, y en Baldini (2006) se encuentra un estudio sobre la actividad de patentes de las universidades danesas.

El estudio realizado por Henderson et al. (1998) explora las patentes universitarias del periodo 1965-1988 en Estados Unidos como una fuente de información sobre la relación cambiante entre

la universidad y el sector privado. Esta relación también se muestra en el trabajo de Cantwell y Santangelo (1999), que igualmente hacen uso de los datos de patentes concedidas a las empresas más grandes del mundo en Estados Unidos entre 1969 y 1995, siguiendo la clasificación de la USPTO para analizar la ubicación y dispersión internacional de diferentes tipos de tecnología. En el caso español, Martínez y Bares (2018), utilizan los datos de las patentes presentadas por universidades públicas de Andalucía entre 1998 y 2009, como un indicador aproximado de la actividad de transferencia de tecnología de las instituciones académicas.

El hecho es que las estadísticas de patentes se han utilizado en numerosas ocasiones y su utilidad como indicador de generación y transferencia de conocimiento se ha ido consolidando a lo largo del tiempo, también porque es mayor la información disponible en formato electrónico, lo que facilita el análisis de las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología. No obstante, los datos sobre patentes son complejos y las bases de datos presentan tanto ventajas como desventajas que se deben conocer antes de utilizarlas; sin embargo, es mucho más favorable por la cantidad de datos disponibles y por el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico que aportan (Griliches, 1990).

Asumiendo la innovación como un factor determinante para el avance de la productividad y el crecimiento económico de los países, en la actualidad ha ido ganando protagonismo la colaboración como forma de llevar a cabo las innovaciones. La búsqueda de fuentes de conocimiento, de capacidades, así como socios estratégicos, ha hecho que el concepto de innovación abierta haya ido ganando terreno (Chesbrough, 2006). Esto es debido a la relevancia que tienen las interacciones entre distintos actores para la realización de proyectos de investigación científica y tecnológica, proyectos de consultoría e incluso para la generación de patentes por parte de inventores de distintas instituciones. Esas formas de colaboración se pueden dar tanto en el contexto nacional como en el ámbito internacional, tal como se distingue en Archibugi y Michie (1995). Según la OCDE *“Las innovaciones pueden surgir a través de vínculos entre actores dentro o a través de diferentes sectores y a través de una amplia gama de mecanismos (cooperación, alianzas, joint ventures), o como un proceso interactivo que involucra innovación abierta o interacciones usuario productor”* (OCDE, 2013). Estos mecanismos han permitido que las universidades, las empresas y entidades del sector público y privado, se aproximen cada vez más, generando redes colaborativas dinámicas que propician la transferencia de conocimiento. Entre los instrumentos más relevantes que facilitan la colaboración encontramos la creación de empresas de base tecnológica a partir de la actividad universitaria, la participación de las empresas en las actividades de I+D+i, la coinventoría de patentes, y los proyectos de investigación científica y tecnológica.

Las universidades pueden, en definitiva, fomentar la participación de sus investigadores en la generación de patentes para su comercialización, aprovechando al máximo los conocimientos y la experimentación que se realiza desde la universidad. Rubiralta (2004) pone el énfasis en el papel que juega la colaboración entre grupos de inventores, principalmente de universidades y centros tecnológicos, con empresas en áreas geográficas destacadas para impulsar la innovación regional. Con todo, la innovación colaborativa es una práctica que se está posicionando como elemento clave para optimizar la combinación de capacidades entre distintos actores que fomenta la generación de tecnologías que son demasiado complejas como para ser desarrolladas en solitario.

### 3. Metodología

El análisis de patentes que aquí se realiza parte de la información estadística contenida en la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (*United States Patent and Trademark Office*, USPTO), que recoge la totalidad de solicitudes presentadas con participación de inventores u organizaciones de origen español. La USPTO proporciona información bibliográfica de interés, tal como el título de la invención, la fecha de presentación, el nombre y la dirección de los solicitantes e inventores. Adicionalmente, los documentos de patentes brindan información completa sobre el estado de la técnica, no solo en el contexto nacional, sino también en el internacional. La propensión a patentar en un sistema extranjero depende de muchos factores, pero los inventos más valiosos tienden a ser patentados en los sistemas de patentes más importantes, particularmente en la USPTO (Archibugi y Coco, 2005).

El periodo escogido para el análisis es el comprendido entre 1990 y 2017 ya que la participación de las universidades españolas viene dada fundamentalmente a partir de los años 90, con un total de 462 patentes en las que participa por lo menos una universidad. Este número no es despreciable si se atiende al estudio de González et al. (2007), en el que se analizó la solicitud de patentes por las universidades españolas ante la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) entre 1980 y 2000, siendo escasa la participación de la universidad y existiendo una elevada dispersión institucional de las solicitudes; la cifra agregada de patentes en la OEPM ascendía a 1.251 patentes durante las dos décadas.

Por otro lado, la información de las patentes solicitadas por las distintas universidades españolas se ha obtenido a través del campo “*assignee*” o entidad de asignación a la que se encuentra vinculada la patente; es decir, puede darse el caso en el que varios solicitantes de una misma patente puedan compartir la titularidad de la misma. Es por ello que se ha considerado el hecho de que el solicitante que tiene la titularidad de la patente fuera una universidad española en todos los casos: tanto si se trata del primer, como del segundo o tercer solicitante. Seguidamente, se procedió a analizar el comportamiento de la actividad patentadora a lo largo del período de estudio, realizándose la identificación y clasificación de las patentes universitarias por grupos y campos tecnológicos, de acuerdo a la tabla de concordancia tecnológica de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO), y que comprende 5 grupos principales (ingeniería eléctrica, instrumentos, química, ingeniería mecánica y otros) y 35 campos tecnológicos (Schmoch, 2008).

Con posterioridad, para llevar a cabo el análisis de la colaboración en la producción de patentes, se realizó la clasificación de las patentes en dos grandes grupos: las nacionales, que corresponde a la llevada a cabo entre inventores y organizaciones españolas, y las patentes conectadas internacionalmente, en las que se incluye la participación de inventores u organizaciones extranjeras. Por último, se procedió a clasificar el total de patentes conectadas internacionalmente, con el objetivo de identificar las principales regiones o grupos de países que han contribuido de forma directa o indirecta a la producción de patentes españolas.

#### **4. Características de las patentes de las Universidades en España**

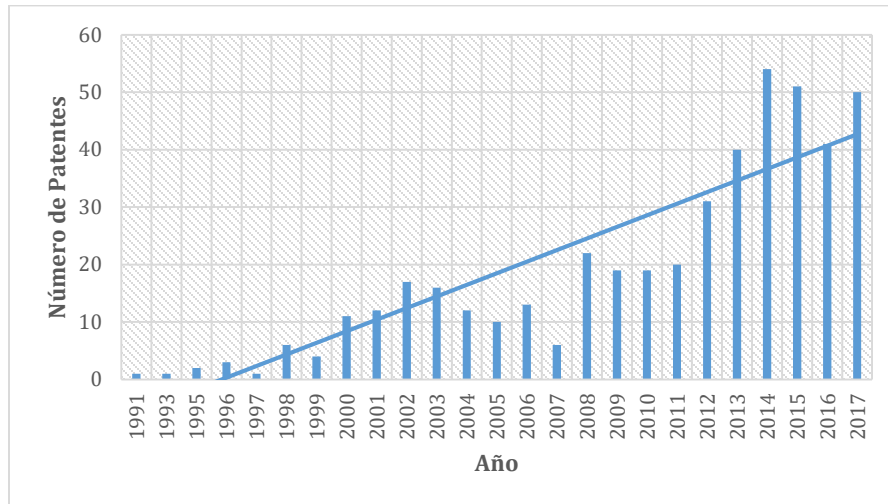
Esta sección presenta la evolución temporal de las patentes de universidades españolas, su clasificación por grupos y campos tecnológicos, la distribución geográfica de las universidades por Comunidades Autónomas, y los principales hallazgos sobre co-inventión de patentes universitarias en el ámbito internacional.

El análisis de las solicitudes de patentes en la USPTO entre 1990 y 2017, revela que 462 patentes contaban con la participación de al menos una universidad española. En el Gráfico 1 puede observarse como el indicador muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo. Si bien en los



años 90 la participación de las universidades en las patentes era notoriamente muy bajo, a partir del año 2000 el número de solicitudes aumenta moderadamente, con un incremento más marcado en los últimos años del período hasta llegar a los valores más elevados de la serie, entre 2014 y 2017.

Gráfico 1. Evolución de las patentes universitarias españolas



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

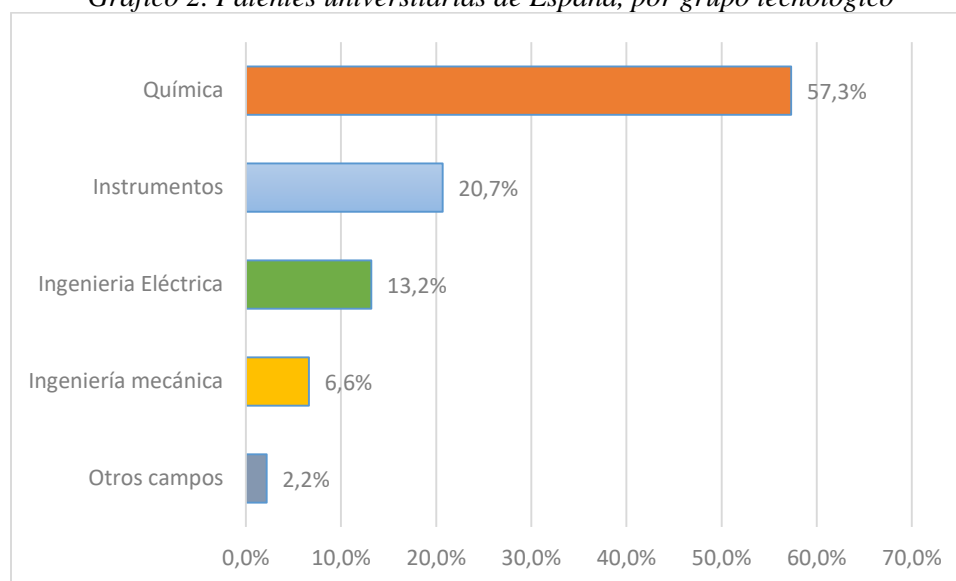
Para el caso español, la cuestión de la participación de las universidades en actividades de transferencia de tecnología cuenta con un marco normativo extenso, partiendo del artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria (1983) en la que se autorizaba a las universidades a contratar, con entidades o personas físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico. La ley de la Ciencia de 1986, que supuso un gran avance para el sistema español de I+D, y el I Plan Nacional de I+D, que se realizara entre 1988 y 1992 y en cuyo marco se crearon las OTRI, son muestras de las modificaciones que se han ido sucediendo en el marco normativo con el paso de los años con el objetivo de favorecer y potenciar la innovación a nivel nacional. Pese a ello, la solicitud de patentes universitarias ha llevado un mayor retraso relativo en comparación, por ejemplo, con las universidades americanas (Henderson, 1998; Mowery, 2001a; Mowery, 2001b). Este aspecto no ha de extrañar si se tienen en cuenta las características estructurales del sistema de innovación español: De acuerdo con los datos del *European Innovation Scoreboard*, España está posicionada en el grupo de países moderadamente innovadores, ocupando el puesto 16 de la UE y en el apartado de propiedad intelectual, está bien posicionada en el uso de marcas comerciales, aunque presenta una participación mínima en solicitud de patentes (EC, 2018).

El Gráfico 2 muestra la distribución de las patentes de las universidades españolas, por grupos tecnológicos, destacándose la elevada concentración de patentes que aglutina el grupo correspondiente al sector químico, con un volumen de solicitudes extraordinariamente elevado que representa el 57,3% del total de patentes universitarias. Dentro de este grupo predominan los campos tecnológicos de biotecnología, farmacia, química orgánica, y materiales químicos básicos. El segundo grupo tecnológico con mayor número de solicitudes es el de Instrumentos, que concentra el 20% de las solicitudes de patentes universitarias y, dentro de este grupo sobresalen los campos de tecnología médica, mediciones y análisis de materiales biológicos y, en menor medida, el campo óptico, que cubre todas las partes de los elementos y aparatos ópticos tradicionales.

Dentro del tercer grupo, el de ingeniería eléctrica, con el 13,2% de las patentes se encuentran elementos relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), como los semiconductores y los dispositivos para móviles y ordenadores, entre otros. De hecho, el campo tecnológico que se posiciona en primer lugar es el denominado tecnología computacional y, seguidamente, el de comunicación digital.

Con ello, se identifica claramente que las universidades españolas presentan fortaleza relativa en el grupo químico, que también es un sector clave para el sector manufacturero de la economía española; de hecho, en materia de innovación, la industria química es una de las que más inversión realiza en I+D.

Gráfico 2. Patentes universitarias de España, por grupo tecnológico



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

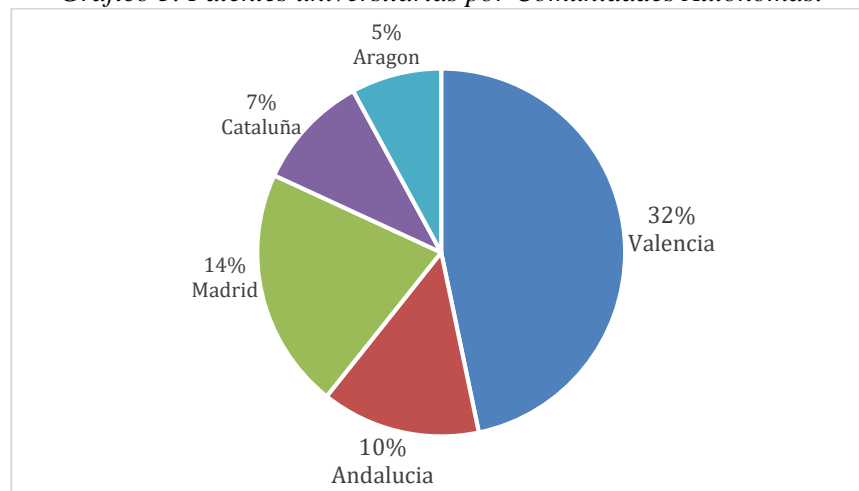
Con respecto a la colaboración de las universidades españolas en patentes, cabe reseñar que es de carácter marcadamente nacional, dado que el 82% corresponde a patentes en las que se cuenta con participación de inventores u organizaciones españolas, y que el 18% de las patentes están conectadas internacionalmente; es decir, cuentan con la participación de al menos un inventor y/u organización extranjera. Según los agentes con los que colaboran las universidades, el principal agente es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) con más del 60%, siendo la mayor institución pública dedicada a la investigación en España y la tercera de Europa. Le siguen las empresas, que representan cerca del 20%, estando estrechamente relacionada con las actividades de I+D+i y, en menor medida, otros agentes como las Administraciones Públicas regionales y fundaciones. Existe una fuerte colaboración entre la Universidad Politécnica de Valencia, que presenta el mayor número de patentes en el periodo estudiado y el CSIC. No obstante, algunas universidades presentan la titularidad de la patente en solitario, sin colaboración alguna con otros agentes.

La regionalización de la actividad patentadora de las universidades -Gráfico 3, muestra que más del 50% del total de las patentes se concentran en las Comunidades de Valencia, Madrid y Andalucía; a estas Comunidades le siguen Aragón, Castilla-León y País Vasco. Según el informe anual “Datos y Cifras del Sistema Universitario Español”, hay un total de 84 universidades distribuidas por todo el territorio nacional, de las cuales 50 son de titularidad pública y 34 privadas;



es decir, en España hay 1,81 universidades por millón de habitantes (MECD, 2016). La primera posición corresponde a la Comunidad Valenciana, con el 32% de participación en patentes universitarias que se concentran principalmente en dos universidades de la región. En esta comunidad se encuentra el parque científico de la Universidad de Valencia y la denominada “Ciudad Politécnica de la Innovación” que es el Parque Científico de la Universidad Politécnica de Valencia; estas entidades tienen como objetivo impulsar la transferencia de conocimiento desde la investigación científica hacia el sistema empresarial. Por su lado, la Comunidad de Madrid tiene una participación activa en redes de innovación y coopera con diferentes agentes a nivel nacional e internacional; cuenta con un Parque Científico, creado por la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad Complutense de Madrid para apoyar el emprendimiento científico y tecnológico, y fomentar la transferencia de tecnología. En el caso de Andalucía, cabe resaltar que existe un modelo de colaboración para impulsar a través de la Corporación Tecnológica de Andalucía, la transferencia desde la universidad y la colaboración entre diferentes actores del sector público y privado; es un centro que funciona como clúster de innovación y nodo de I+D+i regional.

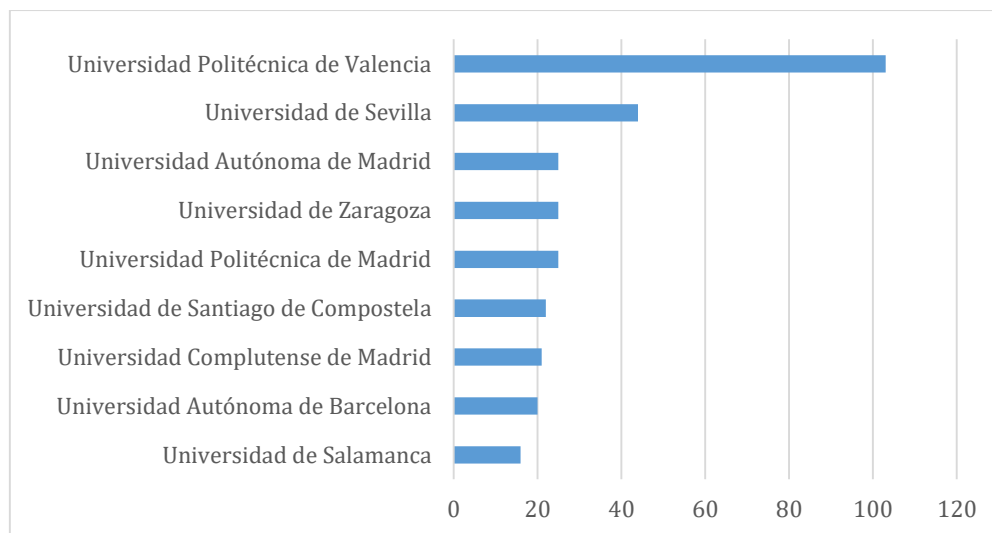
Gráfico 3. Patentes universitarias por Comunidades Autónomas.



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

De la misma forma, en el -gráfico 4- se puede observar que las universidades que se encuentran ubicadas en dichas comunidades autónomas, son las que presentan una mayor cantidad de patentes registradas en la USPTO. En primer lugar se encuentra la Universidad Politécnica de Valencia, con un total de 103 patentes y, en segundo lugar, la Universidad de Sevilla con 44. Le siguen, con 25 patentes, las universidades de Valencia, Zaragoza y la Politécnica de Madrid. Es importante resaltar que la articulación de la universidad con los demás actores del sistema de innovación es esencial para afianzar las estructuras de intermediación, así como para generar instrumentos dinamizadores para la transferencia de ciencia y tecnología en el entorno español.

Gráfico 4. Las diez primeras Universidades según número de patentes

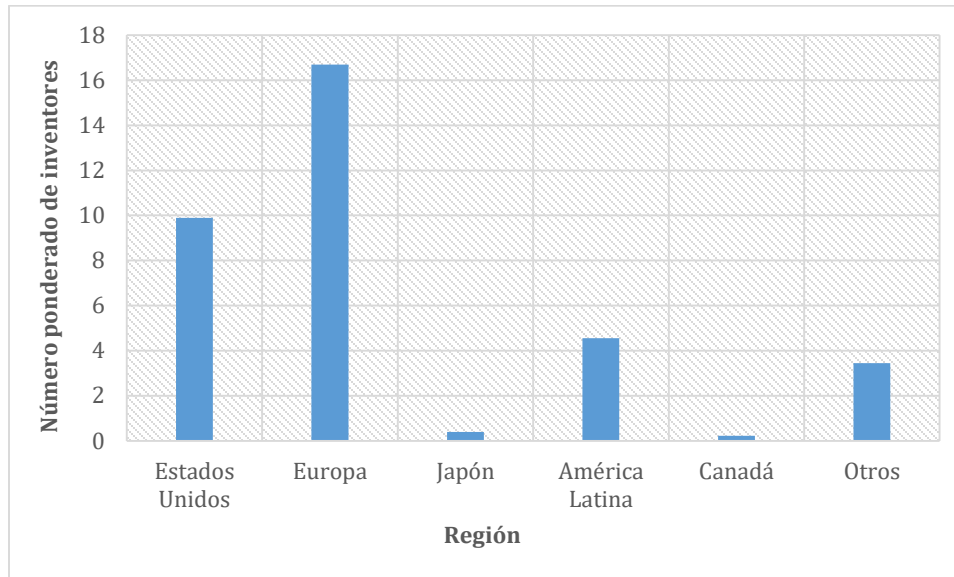


Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Al tiempo, la colaboración internacional en las patentes universitarias muestra hasta qué punto las conexiones internacionales reflejan en cierta manera la transferencia de información tecnológica entre inventores u organizaciones de diferentes países, resultados que revierten finalmente al entorno. Como puede observarse en el Gráfico 5, las universidades españolas colaboran principalmente con inventores procedentes de Europa y Estados Unidos. Europa despunta sobre otras regiones por una mayor colaboración, lo que es debido, en parte, al incremento de la cooperación científica y tecnológica en distintos ámbitos, la movilidad geográfica y el intercambio del personal investigador que propicia la política de I+D europea. La estrategia Europa 2020, de hecho, es un mecanismo establecido por la UE con el fin explícito de reforzar los vínculos entre educación, empresa e investigación, para facilitar la «Unión para la innovación». Por otra parte, es muy comprensible que exista una notable colaboración con Estados Unidos, dado que ha sido un país pionero en la generación de nuevas tecnologías, con un amplio reconocimiento a nivel global como un país líder en innovación tecnológica.

Las redes de colaboración internacional entre universidades españolas y otros agentes del contexto internacional está enmarcada, principalmente, en la coinvencción de patentes con participación de empresas y universidades extranjeras. En relación a esto, cabe mencionar que en las patentes universitarias con colaboración internacional, puede darse el caso en el que la titularidad de la patente pertenece solo a la universidad, aunque exista participación de inventores extranjeros. Por otro lado, también se encuentra la titularidad múltiple de la patente, es decir con los distintos agentes que han colaborado en la coinvencción, ya sean empresas, fundaciones, centros de investigación o entidades públicas. Por último, es importante subrayar que la generación de conocimiento y el desarrollo de capacidades en colaboración con agentes no académicos, es un aspecto de gran relevancia para contextualizar las dimensiones de la innovación en diferentes entornos generadores de ciencia y tecnología.

*Gráfico 5. Colaboración internacional en patentes universitarias*



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

## 5. Análisis de los factores explicativos de las patentes universitarias

La descripción anterior permite observar que es elevada la heterogeneidad de la distribución de patentes universitarias en España. Es de interés, por lo tanto, identificar qué factores son los más sobresalientes para explicar las patentes universitarias en la USPTO, teniendo en cuenta tanto las características de la colaboración e interacción que realizan, la geografía de las redes y el tipo de agentes con los que se colabora. Para ello, se ha estimado un modelo de regresión en el que se explican las patentes en función de los factores comentados en los epígrafes anteriores.

Las variables explicativas del modelo han sido las relacionadas con la colaboración en patentes y en proyectos de I+D, quedando definido el modelo econométrico como sigue:

$$\ln Pat_i = \beta_0 + \beta_1 COL\_NAC_i + \beta_2 COL\_INT_i + \beta_3 COL\_PUB_i + \beta_4 COL\_EMP_i + \beta_5 \ln ID\_COL_i + \beta_6 \ln ID\_CONT_i + u_i$$

donde,  $\ln Pat$  es el logaritmo neperiano del número de patentes;  $COL\_NAC$  y  $COL\_INT$  es la colaboración en patentes tanto nacional como internacional, respectivamente;  $COL\_PUB$  representa la colaboración con organizaciones públicas de investigación;  $COL\_EMP$  hace referencia a la colaboración con empresas;  $\ln ID\_COL$  es el logaritmo neperiano de la colaboración en proyectos de I+D;  $\ln ID\_CONT$  indica el logaritmo neperiano de la contratación de I+D; y  $u$  es un término de error aleatorio.

Las variables de colaboración nacional e internacional en patentes son variables cualitativas que adoptan el valor 1 si la universidad colabora y 0 en caso contrario, representando el efecto de pertenencia a redes nacionales e internacionales. Las variables de colaboración con organizaciones públicas y con empresas reflejan el número de colaboraciones con cada una de estas entidades con el fin capturar el efecto intensidad en el éxito innovador. Por su parte, las variables de colaboración en I+D están relativizadas al tamaño de la universidad en términos de su personal docente e investigador, introduciéndose en el modelo como variables de control.

Al disponer de datos de sección cruzada, el método de estimación seleccionado es el de mínimos cuadrados ordinarios, obteniendo estimadores insesgados y eficientes al ser las variables independientes estrictamente exógenas y no existir problemas de heteroscedasticidad (véase el estimador de Breusch y Pagan en el Cuadro 1). También se ha comprobado que el factor de inflación de la varianza es inferior a 2 en todas las regresiones auxiliares, pudiendo así confirmar la ausencia de multicolinealidad.

En el Cuadro 1, los resultados muestran que el parámetro estimado correspondiente a la variable de colaboración entre universidades y empresas es estadísticamente significativo y con el signo previsto, al igual que el estimador asociado a la colaboración entre universidades y centros públicos de investigación, siendo su efecto en media notablemente inferior. Igualmente, la pertenencia a redes nacionales e internacionales resulta ser significativa, si bien es más relevante en tamaño y significatividad la colaboración internacional en las patentes. Puede afirmarse pues que la vinculación con los agentes del sector productivo y la colaboración internacional son los principales factores dinamizadores de la generación de conocimiento en las universidades.

*Cuadro 1. Resultados de la estimación*

	<b>Coefficiente</b>	<b>Error estándar</b>
COL_NAC	0,532*	0,308
COL_INT	0,955***	0,310
COL_PUB	0,037**	0,014
COL_EMP	0,128**	0,053
ID_COL	-0,150	0,148
ID_CONT	0,058	0,268
Constante	1,160	1,652
R <sup>2</sup> ajustado	0,618	
F -estadístico	9,37***	
Breusch-Pagan ( $\chi^2$ )	2,38	
Núm. Observaciones	32	

Sign. al 10%; \*\* Sign. al 5%; \*\*\* Sign. al 1%

Estos resultados implican que tanto la generación de patentes por parte de las universidades como su interacción con las empresas, son aspectos clave para entender las relaciones que fomentan la generación y transferencia de conocimiento en los ecosistemas o entornos innovadores en España. Al tiempo, la vinculación a redes internacionales puede entenderse como una fuente favorable a la transferencia de conocimiento que puede a su vez servir de acicate para el fomento de contextos en los que predomine la dinámica de transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y social.

## 6. Conclusiones

La complejidad de las soluciones tecnológicas y de las innovaciones hoy en día, hace que el término de transferencia de ciencia y tecnología de una sola dirección, haya ido perdiendo fuerza a favor de la interacción y las relaciones múltiples, es decir, entre diversos agentes del entorno. De ahí que resulte plausible que los sistemas de innovación establezcan mecanismos de interrelación cada vez más desarrollados, que permitan aportar mayores efectos, de manera más eficiente, al desarrollo económico y social. Por estas razones, es igualmente importante que desde la universidad se creen mecanismos para la difusión del conocimiento al sector productivo acorde con la situación del mercado tecnológico y el sistema de innovación en España. A su vez, la rápida evolución y expansión de las tecnologías digitales, demanda que las universidades tengan un amplio

conocimiento en los derechos de propiedad intelectual y asuman un papel de liderazgo en su entorno.

En este trabajo se ha analizado la actividad patentadora y de transferencia de tecnología de las universidades españolas, teniendo en cuenta la relevancia que tiene el contexto regional. Adicionalmente, se ha podido comprobar que existe una concentración de la actividad innovadora en cuatro regiones españolas, Valencia, Madrid, Andalucía y Cataluña. Por otro lado, es importante resaltar que no todas las universidades se encuentran en la misma posición para contribuir de forma significativa a la generación de conocimiento, siendo las universidades más vinculadas al sector productivo las que presentan un mayor número de patentes, que generalmente son aquellas con carácter politécnico. Al tiempo, la colaboración internacional en las patentes universitarias refleja la transferencia de conocimiento científico y tecnológico entre inventores y organizaciones de diferentes países, resultados que revierten finalmente al entorno.

El impacto de la transferencia de ciencia y tecnología en el entorno dependerá, en último término, de las capacidades de la universidad para generar vinculaciones y para trabajar articuladamente con diferentes agentes, tanto en el contexto nacional como internacional. Cabe igualmente resaltar la importancia de fortalecer las relaciones entre universidad y la empresa con el propósito de ampliar los mecanismos de transferencia de ciencia y tecnología, una relación que hoy más que nunca resulta imprescindible, a lo que se suma la posibilidad de responder adecuadamente a los retos sociales y medioambientales en el marco del desarrollo sostenible.

En este sentido, el esquema normativo para las políticas de innovación es esencial para establecer infraestructuras apropiadas que faciliten la colaboración y promuevan la transferencia de tecnología. Ese esquema ha de estar en consonancia con los sucesivos y continuos cambios que condicionan la marcha del sistema social y económico, lo que hace aún más relevante las condiciones del entorno, razón por la cual la universidad debe estar preparada para afrontar estos cambios y adaptarse a los nuevos requerimientos de la sociedad.

## Referencias

- ARCHIBUGI, D., COCO, A., 2005. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy* 34, 175-194.
- ARCHIBUGI, D., MICHIE, J. (1995). The globalisation of Technology: A new Taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 121-140.
- BALCONI, N., BRESCHI, S., LISSONI, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data, *Research Policy*, 33, 127-145.
- BALDINI, N. (2006). The act on inventions at public research institutions: Danish universities' patenting activity, *Scientometrics*, 69, 2, 387-407.
- CALDERA, A., DEBANDE, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39(9), 1160-1173.
- CANTWELL, J., SANTANGELO, G.D., 1999. The frontier of international technology networks: sourcing abroad the most highly tacit capabilities. *Information Economics and Policy* 11, 101-123.
- CARLSSON, B., JACOBSSON, S., HOLMÉN, M., RICKNE, A. (2002) Innovation systems: analytical and methodological issues, *Research Policy* 31 233-245.
- CHESBROUGH, H. W. (2006) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. (2000). The dynamics of innovation from national systems and "mode 2" to a Triple Helix of University-Industry government relations. *Research Policy*, N°29:109-123
- EUROPEAN COMMISSION (2014). "Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Union". Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EUROPEAN COMMISSION (2018). Cuadro Europeo de Indicadores de la Innovación 2018. European Innovation

Scoreboard. Bruselas.

- FUSTER, E., PADILLA-MELÉNDEZ, A., LOCKETT, N., DEL-ÁGUILA-OBRA, A. R. (2018). The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia. *Technological Forecasting and Social Change*.
- GONZALEZ, B., MANGLANO, A., ZULETA, A. (2007). Patentes domésticas de universidades españolas : análisis bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*, 30, 1, Ene, 61–90.
- GRILICHES, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature* Vol. XXVIII, pp. 1661-1707.
- HENDERSON, R.; JAFFER, A. B.; TRAJTENBERM, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988, *The Review of Economics and Statistics*, 80, 1, 119-127.
- MARTINEZ, C., BARES, L. (2018). The link between technology transfer and international extension of university patents: evidence from Spain. *Science and Public Policy*, (February), 1–16.
- MEYER, M.; SINILÄINEN, T.; UTECHT, J. T. (2003). Towards hybrid triple helix indicators: a study of university related patents and a survey of academia inventors, *Scientometrics*, 58, 2, 321-350.
- MECD-MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE DE ESPAÑA (2016). Informe anual. Datos y Cifras del Sistema Universitario Español curso 2015-2016. NIPO: 030-15-002-6, Madrid.
- MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N.; ZIEDONIS, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of Bayh-Dole act of 1980, *Research Policy*, 30, 99-119.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. (2001). University patents and patent policy debates in the USA, 1925-1980, *Industrial and Corporate Change*, 10, 3, 781-814.
- OCDE (2013). “Knowledge networks and markets”, OECD Science, Technology and Industry Policy, Papers, No. 7, OECD Publishing, Paris.
- RAFFERTY, M. (2008). The Bayh–Dole Act and university research and development. *Research Policy*, 37(1), 29–40.
- RUBIRALTA, M. (2004). Transferencia a las empresas de la innovación universitaria. Descripción de modelos europeos. Madrid: Cotec.
- SARAGOSSI, S., POTTELSBERGHE, B. (2003). What patent data reveal about universities: the case of Belgium, *Journal of Technology Transfer*, 28, 1, 47-51.
- SCHMOCH, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. Final report to the World Intellectual Property Office ([WIPO](http://www.wipo.org)).