



Working Paper # 2017/31

**CONECTIVIDAD INTERNACIONAL EN LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN ESPAÑA<sup>1</sup>**

**Lisset Rocío Medina Moreno<sup>2</sup>**

**UAM-Accenture Working Papers**

**ISSN: 2172-8143**

Edited by: UAM-Accenture Chair on the Economics and Management of Innovation, Autonomous University of Madrid, Faculty of Economics

Editado por: Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación

E-mail: [catedra.uam-accenture@uam.es](mailto:catedra.uam-accenture@uam.es) URL: <http://www.uam.es/docencia/degin/catedra/>

---

<sup>1</sup> Este documento ha sido elaborado sobre la metodología, resultados y conclusiones de la Tesina para la obtención del grado de Master Universitario en Economía y Gestión de la Innovación. Dirigido por la Prof. M<sup>a</sup> Isabel Álvarez González. Septiembre, 2017

<sup>2</sup> Correo de contacto: [lisset53@hotmail.com](mailto:lisset53@hotmail.com) / [lisset.medina@estudiante.uam.es](mailto:lisset.medina@estudiante.uam.es)

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	3
Introducción .....	4
1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	5
2.1 Internacionalización de la innovación tecnológica .....	5
2.2 Las patentes como indicadores de medición de la Internacionalización .....	7
2.3 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).....	8
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	11
4. RESULTADOS .....	14
4.1 Estado general de patentes del sector TIC en España .....	14
4.2 Patentes por subcategorías tecnológicas.....	15
4.3 Comportamiento temporal de patentes españolas .....	19
4.4 Distribución geográfica por Comunidades Autónomas.....	20
4.5 Colaboración Internacional en patentes del sector TIC .....	22
5. CONCLUSIONES .....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

### Lista de Gráficos

Gráfico 1. Patentes TIC en España .....	14
Gráfico 2. Patentes TIC por subcategorías tecnológicas .....	15
Gráfico 3. Solicitud de patentes TIC, España, 1976-2016.....	18
Gráfico 4. Co-inención de patentes TIC por Comunidades Autónomas.....	20
Gráfico 5. Top 10 Principales socios de España.....	23
Gráfico 6. Muestra de Países que colaboran con España en las patentes TIC.....	24

### Lista de Tablas

Tabla 1. Subcategoría (21) Comunicaciones .....	16
Tabla 2. Subcategoría (22) Computadores Hardware y Software.....	16
Tabla 3. Subcategoría (23) periféricos de computadores .....	17
Tabla 4. Subcategoría (24) almacenamiento de información .....	17
Tabla 5. Subcategoría (25) métodos y software de negocios electrónicos.....	17
Tabla 6. Ventajas Tecnológicas Reveladas (VTR) en TIC, España, UE y una selección de países .....	19
Tabla 7. Resultados Índice de dispersión .....	22

## **RESUMEN**

La internacionalización de la I+D es un proceso que facilita la colaboración entre diferentes agentes para la generación de nuevos conocimientos. Los datos sobre patentes representan una valiosa fuente de información relacionados con el desarrollo tecnológico y también son válidos para el estudio de la internacionalización. El análisis de patentes es particularmente apropiado para investigar la colaboración internacional o el patrón geográfico de las relaciones que se establecen entre agentes de distintos países para llevar a cabo las actividades inventivas. El objetivo de este trabajo es analizar la colaboración entre España y terceros países para la generación de conocimiento en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), utilizando la base de datos de patentes del periodo 1976-2016, de la United States Patent and Trademark Office (USPTO).

## **ABSTRACT:**

The Internationalization of (R & D) is a process that facilitates the collaboration between different agents whose share the goal of creating new knowledge. Patent data is a valuable source of information about technological development, and can also be used to study Internationalization. The analysis of patents is particularly appropriate to investigate international collaborations, or the geographical patterns of the connections established between agents from various countries in order to carry out inventive activities. The goal of this project is to analyse the collaboration between Spain and other countries to create new knowledge in the Information and Communications Technology (ICT) field, using the United States Patent and Trademark Office (USPTO) patent database, covering the years from 1976 until 2016.

**PALABRAS CLAVE:** Internacionalización, TIC, Patentes, Conectividad

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), desempeñan un papel fundamental para el crecimiento económico y para la competitividad de los países. El interés de analizar la conectividad internacional de España y específicamente en el sector de las (TIC), radica en que es un campo que, por su complejidad, requiere un importante esfuerzo investigador y una sólida base tecnológica.

Según la OCDE (2015), “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) forman parte integrante de la vida personal y profesional; personas, empresas y gobiernos se interconectan cada vez más a través de una multitud de dispositivos presentes en el hogar, en el trabajo y en espacios públicos. Estos intercambios de datos se canalizan a través de millones de redes individuales, desde redes de abonados residenciales hasta redes desplegadas por todo el planeta. La convergencia entre las redes fijas, móviles y de radiodifusión, junto con la comunicación entre máquinas (M2M), la computación en la nube, el análisis de datos, los sensores y las personas, abre camino al aprendizaje automático, al control remoto y a unas máquinas y sistemas autónomos. Cada vez con mayor frecuencia, los dispositivos y objetos están conectados a Internet de las cosas, lo que propicia una convergencia a gran escala entre las TIC y la economía”

En este contexto, teniendo en cuenta la importancia de las TIC y de la colaboración internacional en el marco de la innovación tecnológica, el presente trabajo se propone desarrollar los siguientes objetivos: i) Identificar las relaciones de colaboración internacional entre España y terceros países para la generación de conocimiento en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), utilizando la base de datos de patentes del periodo 1976-2016, de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). ii) Identificar la ubicación de los inventores españoles con el fin de analizar la distribución geográfica por Comunidades Autónomas. iii) Analizar las características del patrón geográfico de colaboraciones, para contribuir a entender la conectividad internacional del amplio sector de las TIC.

Para alcanzar dichos objetivos, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: En primer lugar, recorriendo los principales antecedentes teóricos y empíricos, se presentan algunas consideraciones sobre la internacionalización de la innovación tecnológica, la importancia de las patentes como indicadores de medición de la internacionalización y posteriormente se aborda la definición del sector de las TIC y la relevancia del mismo en la actualidad.

En segundo lugar, se presentan las cuestiones metodológicas y se exponen las características la base de datos de patentes obtenida de la plataforma PatentsView, de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), así como la referencia utilizada para la identificación de las categorías tecnológicas.

En tercer lugar, se presentan los resultados obtenidos: El estado general de las patentes del sector TIC por categorías y subcategorías tecnológicas, el comportamiento de las solicitudes de patentes españolas a lo largo del tiempo, la distribución geográfica de los inventores por Comunidades Autónomas y los principales hallazgos de la colaboración internacional en patentes co-inventadas en el sector de las TIC.

Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo resaltando la importancia de la conectividad internacional para la generación de nuevos conocimientos en España y el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la economía y en la sociedad.

## **1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de este trabajo es analizar la colaboración internacional entre España y terceros países para la generación de conocimiento en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), utilizando la base de datos de patentes de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO).

Para ello, se describirá el mapa de patentes internacionales, tomando la localización de los inventores en consideración, tanto en el contexto internacional como en el seno del territorio español a partir de la ubicación de los inventores por comunidades autónomas en el sector de las TIC. El objetivo es dar un primer paso en el análisis de la importancia de la conectividad internacional en el avance de un sector clave de desarrollo futuro de la economía y sociedad españolas.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1 Internacionalización de la innovación tecnológica**

La internacionalización de la I+D es un proceso que facilita la colaboración entre diferentes agentes, del sector público y privado y establecidos en distintos países, para la generación de nuevos conocimientos. La creciente complejidad que ha ido acompañando el proceso de internacionalización de la I+D desde hace décadas, se refleja tanto en la literatura de economía de la innovación como más específicamente en la de *international business* ya desde los años 90, al igual que se hizo en los enfoques de gestión estratégica, gestión de redes o gestión de la innovación.

Con el propósito de recoger algunas dimensiones de la internacionalización, varios autores (Chiesa, 1996; Kuemmerle, 1997; Dunning y Narula, 1995) recurrieron a los estudios de casos y al análisis de pequeñas muestras de empresas a través de encuestas y elaboraron modelos que explicaban diferentes estrategias o tipos de actividad tecnológica internacional. Dichos modelos se basaban en variables vinculadas a aspectos relacionados con el emisor de la inversión en I+D (empresa internacionalizada, estrategia de innovación, contenido de la I+D), a aspectos más vinculados a la economía receptora (tamaño del mercado, recursos locales), así como a los flujos de información y de conocimiento que se establecían como consecuencia del proceso de internacionalización de la I+D.

Según Archibugi y Michie (1995), la internacionalización de las actividades tecnológicas se pueden abordar en tres dimensiones. En primer lugar, la explotación internacional de la tecnología; que se centra en el intercambio de productos y servicios entre diferentes actores, la concesión de licencias de explotación de patentes, la producción en el exterior utilizando tecnologías generadas por terceros. En segundo lugar, la colaboración tecnológica global; que se enfoca en la cooperación activa entre actores para el desarrollo de tecnología, donde se comparte el know-how, pero a la vez se identifican los límites y alcance de la actividad de cada uno de los participantes y la propiedad de los resultados. En tercer

lugar, pero no menos importante, la generación global de tecnología; que hace referencia al desarrollo de estrategias de I+D en diferentes países para la obtención de innovaciones.

Partiendo de este concepto, esta investigación se centra en la segunda y tercera categoría: la colaboración y la generación global de tecnología, con el fin de analizar la relación entre inventores españoles e inventores localizados en diferentes países que han decidido realizar un trabajo conjunto para el desarrollo de innovaciones. La importancia de este análisis se justifica en el hecho de que los sistemas globales de innovación se están volviendo cada vez más complejos e implican una gama más amplia de lugares. A medida que las cadenas de valor se desagregan a través de las fronteras, los países se interconectan cada vez más (Balconi et al., 2004 y Lissoni, 2001).

Por otra parte, la mayor complejidad de las actividades innovadoras necesita incorporar nuevos conocimientos de diversa procedencia. Muchos de estos inputs no están disponibles en el país de origen, por tecnológicamente avanzado que sea, lo que hace inevitable tratar de conseguir una mayor proximidad a los activos de conocimiento en aquellos lugares donde se generen (Álvarez, I. y Molero, J., 2004).

El estudio de la colaboración tecnológica internacional se orienta principalmente a dos aspectos generales: primero, la identificación de cuáles son los motivos que influyen en la decisión de colaborar con otros socios, ya sean nacionales o internacionales; y, segundo, el estudio de en qué términos se establece el proceso de colaboración (Lundin, Frinking y Wagner, 2004).

En el contexto actual, el fenómeno de la globalización, facilita el acceso al conocimiento generado en cualquier parte del mundo (Archibugi y Lammarino, 2002) como a las condiciones de competencia, vinculadas, inevitablemente, al contexto internacional (Narula y Hagedoorn, 1998). Algunos elementos que apoyan la elección internacional son, por ejemplo, el avance en telecomunicaciones y en transportes, lo que facilita el contacto entre socios geográficamente alejados y además reduce los costes de organización (Narula, 2003).

El flujo y transmisión de conocimientos es uno de los factores más importantes para conseguir el avance científico y tecnológico. Es por ello que la información sobre co-inventores y co-publicaciones deviene un elemento crítico que queda garantizado mediante el acceso a los datos de fuentes de información solventes y reconocidas a nivel mundial.

El análisis de los flujos de conocimiento es una herramienta fundamental para identificar patrones de dispersión o concentración en redes de colaboración para la generación de conocimiento. Según Cantwell y Santangelo (1999, 2000), un aspecto a tener en cuenta al estudiar los patrones de dispersión de las redes de conocimiento es el conocimiento tácito, que se refiere al conocimiento construido por individuos, lo que implica que es difícil de comunicar y transferir, imitar o medir debido a que está fundamentado en las relaciones humanas o en hábitos comunes.

Además, la creación de conocimiento parece depender cada vez más de la combinación y el intercambio de conocimiento tácito (McFadyen y Cannella Jr, 2004). Así, los procesos de mejora de la generación y difusión del conocimiento están dados por el aprovechamiento de ese conocimiento tácito (Polanyi, 1966). Es decir, que en el momento que los inventores españoles y los inventores de terceros

países deciden realizar un trabajo conjunto para la creación de patentes, se está realizando un proceso de aprovechamiento del conocimiento tácito y, a su vez, ese conocimiento se está codificando.

La co-invencción, con la participación de inventores extranjeros, tiene conexión con otros factores. En primer lugar, la posición de España como un innovador moderado sobre todo en sectores de alta tecnología (European Innovation Scoreboard 2017,) lleva a la búsqueda de alianzas para obtener conocimientos externos cuando la complejidad tecnológica se incrementa (Guellec y Van Pottelsberghe, 2000). En segundo lugar, se podrían considerar las motivaciones para la colaboración, distinguiendo entre los beneficios directos a la investigación y los beneficios indirectos estratégicos, económicos o políticos.

Según el manual de Oslo (OCDE, 2005, la cooperación para la innovación también incluye colaboraciones horizontales, con empresas trabajando conjuntamente con otras empresas, o con instituciones públicas de investigación para, por ejemplo, el desarrollo conjunto de nuevas tecnologías, productos o procesos. Los socios, aunque vendan el mismo tipo de productos, poseen activos complementarios y venden en distintos mercados geográficos o en diferentes nichos de mercado. La cooperación horizontal para la innovación puede incluir también alianzas comerciales estratégicas para desarrollar y poner en marcha nuevas ideas comerciales.

Es decir, el establecimiento de actividades de colaboración entre diferentes agentes facilita la generación de nuevos conocimientos en diferentes contextos y permite la obtención de resultados beneficiosos para cada una de las partes que participan en el proceso.

## **2.2 Las patentes como indicadores de medición de la Internacionalización**

Las patentes son documentos que representan invenciones que han pasado un examen en una oficina de patentes, tanto para asegurar su novedad, como para precisar su potencial utilidad. Son, por lo tanto, una valiosa fuente de información del desarrollo tecnológico y la colaboración. Por otra parte, las patentes son, generalmente, el producto de actividades de I+D llevadas a cabo con éxito, y a menudo ofrecen información detallada de dichas actividades.

Los derechos de propiedad industrial han sido ampliamente empleados como representativos del conocimiento tecnológico explícito acumulado (Patel y Pavitt, 1997). Además, en trabajos que adoptan el enfoque basado en los recursos y las capacidades, las patentes son frecuentemente utilizadas como medidas de la creación interna de conocimiento tecnológico, es decir, como indicadores de innovación (Cano, 2016 y Alcacer et al., 2016). El análisis de patentes es también apropiado para investigar las relaciones de colaboración que se dan en las actividades inventivas. De ahí que la información sobre de co-invencción pueda ser explotada para construir el mapa de la compleja red social y medir sus propiedades estructurales (Wasserman y Faust, 1994).

Cantwell y Santangelo (1999), utilizaron datos de patentes concedidas a las empresas más grandes del mundo en los EE.UU. entre 1969 y 1995, siguiendo la clasificación de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos, para analizar la ubicación y dispersión internacional de diferentes tipos de tecnología. Así mismo,

Mudambi y Cano (2016), estudiaron el sistema de innovación japonés, mediante redes de co-inventores, utilizando datos de patentes de la (USPTO) del período 1975-2004. Otros estudios como el de (Cano et al., 2014), han utilizado la base de patentes de la USPTO para analizar la dispersión geográfica de redes de inventores en economías periféricas como Portugal y Grecia, ilustrando los procesos que subyacen a las redes de innovación.

Por otra parte, el Manual de Estadísticas de la OCDE (2009), señala que “las patentes solicitadas por inventores, y una adecuada identificación en los documentos de solicitud de patentes, hace posible reconstruir el historial inventivo de las personas en cuestión y contrastar éste con información complementaria disponible en otras bases de datos. Se pueden investigar una gran variedad de asuntos interesantes y muy relevantes desde el punto de vista de las políticas con la ayuda de datos sobre los nombres armonizados de los inventores.

No obstante, existen algunas limitaciones en el análisis de patentes como indicador de desarrollo tecnológico debido a que sólo una parte de las innovaciones se patentan, algunas invenciones no son técnicamente patentables, o la legislación las excluye expresamente porque no cumplen alguno de los requisitos necesarios (novedad, actividad inventiva, aplicación industrial) y porque en determinados sectores, el ciclo de vida de los productos es muy corto y no es interesante patentar (Basberg, 1987; Pavitt, 1998; Archibugi, 1992). Otra limitación es que las patentes son indicadores deficientes de la producción de innovación para sectores en los que la mayoría de las innovaciones no se patentan (Hu, 2012). 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 United States Patent and Trademark Office USPTO (Archibugi y Coco, 2005).

A pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo una fuente única para el análisis del proceso de cambio técnico. Ninguna otra cosa se le acerca en cuanto a la cantidad de datos disponibles y el potencial detalle industrial, organizativo y tecnológico (Griliches, 1990).

### **2.3 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)**

Según la OCDE (2002), en el año 1998 los países miembros de la OCDE acordaron definir el sector de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), como una combinación de las industrias manufactureras y de servicios que recogían, transmitían y mostraban datos e información electrónicamente.

Sobre la base de estos primeros trabajos y posteriores contribuciones a los mismos llevadas a cabo por la Task Force on Information Society Statistics de la Comisión Europea, y algunos países nórdicos, el WPIIS (Grupo de Trabajo de Indicadores de la Sociedad de la Información) decidió elaborar una definición formal del Sector TIC en dos fases. La primera se centró en la definición de las industrias y la segunda en la confección de un listado exhaustivo de productos TIC. En cuanto a la definición de industrias TIC, se acordó abordar en primer lugar la definición del Sector TIC restringido, centrándose en las actividades encaminadas a facilitar la transmisión, recepción y exposición de la información, y dejar para una fase posterior la definición del Sector TIC ampliado que incluiría, además de lo anterior, las industrias



directamente relacionadas con la producción de contenidos digitales. Conformando así, la denominada Economía de la Información (IE).

Aunque con el transcurrir de los años, han ido surgiendo nuevas definiciones de las TIC en diferentes contextos, se puede decir que el término de (TIC), contempla toda forma de tecnología usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en varias formas, tales como datos, conversaciones de voz, imágenes fijas o en movimiento, presentaciones multimedia y otras formas, incluyendo aquéllas aún no concebidas.

El interés de analizar específicamente el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) radica en que es un campo que, por su complejidad, requiere un importante esfuerzo investigador y una sólida base tecnológica. Adicionalmente, estas tecnologías son transversales a todos los sectores económicos y son fundamentales para la competitividad y la productividad de los países. Como señalan Gorriti y Ruiz (2005), las TIC realizan una contribución importante al crecimiento económico y a la elevación de la productividad. De tal manera que las diferencias en los ritmos de crecimiento económico y productividad se pueden atribuir en gran medida a una mayor utilización de las TIC. En particular, los autores citados analizaron que el impacto sobre el crecimiento obedece a dos efectos: primero, el aumento de la productividad en el propio sector TIC; y, segundo, el efecto indirecto de propagación debido al mayor uso de estas tecnologías en otros sectores.

Según la OCDE (2003), la influencia de las TIC sobre el crecimiento económico se identifica en tres vías esenciales a través de las cuales las TIC contribuyen a aumentar la tasa media de crecimiento potencial de la economía. En primer lugar, a través de los aumentos de la productividad que se han originado en el propio sector TIC y que han hecho posible aumentar la calidad de los bienes y servicios. En segundo lugar, mediante una mayor acumulación de capital por trabajador a lo largo del conjunto de las ramas productivas, que tiene su origen en una mayor inversión en bienes y servicios favorecida por una baja en los precios. Finalmente, a través de aumentos en la productividad que tienen origen en las externalidades y «efectos desbordamientos» que surgen por el uso generalizado de estas tecnologías. Dichas externalidades y «desbordamientos» tienen efectos positivos sobre la productividad total de los factores, al permitir aumentar la producción obtenida por unidad total de inputs de forma conjunta (capital y trabajo), capturando el impacto del cambio tecnológico. Particularmente, el uso y difusión de las TIC, pueden resultar ser un mecanismo que contribuya a la disminución de la desigualdad existente entre países ricos y pobres en la era digital, al permitirles a los segundos mejorar sus niveles relativos de productividad (Álvarez y Magaña, 2007).

Para el caso de España, el gobierno nacional ha tratado de impulsar las TIC y el desarrollo de la Sociedad de la Información a través de la articulación de la Administración Central y de diferentes actores sociales a través de programas entre los que se puede citar a «Info XXI» y «España.es». Específicamente el programa Info XXI se desarrolló a través de un Plan de acción 2001-2003, cuyas líneas de actuación fueron: El acceso y formación de todos los ciudadanos en el uso de las nuevas TIC, la incorporación por parte de las empresas a las TIC, la potenciación de la Administración electrónica a todos los niveles y el fomento de los contenidos digitales.

El Programa España.es tuvo una duración de dos años (2004-2005), y constaba básicamente de tres líneas rectoras: reforzar la oferta de contenidos y servicios para favorecer la demanda; mejorar la accesibilidad ofreciendo puntos de acceso público, incidiendo en la formación y la comunicación de las ventajas de la Sociedad de la Información; y potenciar la conexión de las PYMES a estos servicios.

Posteriormente se desarrolló el programa «Innovación tecnológica de las telecomunicaciones» desarrollado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio cuyos fines principales eran la incorporación de nuevas tecnologías a la educación y a la formación, la realización de acciones para la mejora de la competitividad en las PYMES, el impulso de la Administración electrónica, la reducción de la brecha digital y los medios audiovisuales. Todas estas acciones del Estado estaban encaminadas a generalizar el uso de las tecnologías en todos los ámbitos económicos, políticos y sociales.

En el año 2013, el Gobierno aprobó la Agenda Digital para España como “marco de referencia para: i) establecer una hoja de ruta en materia de Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) y de administración electrónica; ii) maximizar el impacto de las políticas públicas en TIC para mejorar la productividad y la competitividad; y iii) transformar y modernizar la economía y sociedad española mediante un uso eficaz e intensivo de las TIC por la ciudadanía, empresas y Administraciones”. La Agenda, se configuró como la estrategia global, que definía los objetivos y los indicadores, así como las líneas de actuación para conseguirlos.

Actualmente, el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información ha realizado diferentes estudios en España relacionados con el sector de las TIC, como por ejemplo, el Informe Anual del sector TIC y de los contenidos 2016, en donde se describe la evolución anual del sector, el impacto directo de Internet en la economía y el comercio electrónico. Adicionalmente ofrece información sobre la evolución de las importaciones y exportaciones de bienes y servicios TIC y sobre las inversiones en el sector, contemplando tanto la inversión extranjera directa llevada a cabo en el sector como las inversiones realizadas por empresas españolas del sector TIC en el extranjero.

Así mismo, tendiendo a la evidencia empírica internacional, cabe hacer referencia a estudios que se han centrado en la identificación de las relaciones entre las TIC y el análisis de citas utilizando datos sobre patentes (Corrocher, Malerba y Montobbio, 2007, Shin & Park, 2007, Sorenson, Rivkin y Fleming, 2006). Otros estudios como el de Lee et al. (2009), han analizado las TIC en términos de innovaciones tecnológicas y difusión para investigar el proceso de co-evolución del sector TIC en Corea, utilizando la base de datos de patentes de la USPTO. En cuanto a estudios basados en análisis de patentes del sector de las TIC, Kim et al. (2014), examinaron la convergencia tecnológica utilizando la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) y Park et al. (2016) utilizaron las patentes para identificar tecnologías prometedoras en el sector TIC a nivel micro. Por su parte, Cano-Kolman et al. (2014) exploraron patrones de dispersión internacional de redes de inventores, en actividades que implicaban conocimientos tácitos. Y Lei et al. (2013), examinaron la colaboración tecnológica en la industria de células solares utilizando información de organizaciones solicitantes y de inventores, distinguiéndose tres tipos diferentes de colaboración: local (misma ciudad), doméstico (diferentes ciudades del mismo país) y la colaboración internacional.

Si bien la evidencia que analiza el Sector de las TIC utilizando información de patentes e inventores es amplia, no nos consta que los trabajos publicados hayan examinado las patentes españolas para analizar la conectividad internacional. En este contexto, la relevancia de esta investigación radica en aportar este análisis de la colaboración internacional entre España y terceros países para la generación de conocimiento en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y arrojar luz sobre las características y patrones geográficos de esa colaboración.

### 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el análisis de la conectividad internacional y la generación de conocimiento entre España y terceros países en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se ha utilizado la base de datos de patentes de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). Esta elección es debida a que esta fuente nos proporciona información de invenciones a lo largo de 40 años y porque, a su vez, Estados Unidos es considerado como el principal centro de la economía global y de desarrollo tecnológico.

Si bien la información de patentes se descargó de la plataforma PatentsView (<http://www.patentsview.org/query>), que es accesible al público de forma gratuita, tanto la guía como la base de datos original con la que se ha trabajado en esta investigación ha sido proporcionada por el Prof. de Ohio Marcelo Cano-Kolman gracias al planteamiento de un trabajo realizado en colaboración con la Prof. Isabel Álvarez, directora de este TFM.

Esta base de datos incluye información sobre todos los inventores y solicitantes de cada patente, país de origen e información bibliográfica. Adicionalmente, incluye datos como fecha de solicitud, número de aplicación, tipo de aplicación, código de clasificación internacional de patentes, título de la patente, resumen de la patente, entre otros. PatentsView es una plataforma de visualización de datos de patentes destinadas a aumentar el valor, la utilidad y la transparencia de los datos de patentes. Y una gran ventaja que tiene para esta investigación es que la plataforma enlaza longitudinalmente a inventores, organizaciones solicitantes y actividades de patentamiento en general.

De esta forma, la unidad de estudio en este trabajo son las patentes con co-inventores solicitadas a la USPTO en el periodo 1976-2016, en las que coinciden inventores españoles en colaboración con inventores de otros países. Es importante señalar que el inventor de la patente es quien desarrolla la idea y puede ser de forma individual o colectiva, en cuyo caso estaríamos hablando de co-inventores. El solicitante de una patente es quien asume los gastos de solicitud, mantenimiento de la patente y en la mayoría de los casos suele tratarse de una institución (universidades, organismos de investigación, empresas, firmas comerciales, etc.), pero también de individuos que solicitan la patente a título personal. En definitiva, el inventor se refiere a quién produce la invención y el solicitante a quién explota económicamente el conocimiento patentado.

Las co-inventores de las patentes se utilizan para explorar patrones de colaboración de inventores (Ejermo y Karlsson, 2006). Según Cano et al. (2014), la existencia de redes de conocimiento entre regiones o países (proximidad

organizada) permite a las organizaciones buscar conocimientos que no están disponibles en su territorio de origen.

Por otro lado, Cantwell and Santangelo, (1999; 2000), argumentaban que las actividades que implican el conocimiento tácito están geográficamente dispersas sólo en ciertos casos: (1) cuando el conocimiento está localmente integrado, único y especializado o (2) cuando hay redes organizacionales complejas en su lugar. Esto último implica que la "dispersión internacional de la actividad está dirigida por líderes tecnológicos" (Cantwell, 1995), es decir, que sólo las firmas líderes poseen las capacidades para llevar a cabo este tipo de I & D de manera efectiva a través de equipos geográficamente dispersos.

La colaboración para la generación de conocimientos puede estar, por lo tanto, concentrada o dispersa geográficamente dado su nivel de complejidad y la participación de inventores y organizaciones solicitantes. Por esta razón, en este trabajo se analiza la co-invencción de patentes domésticas y las patentes conectadas internacionalmente, pudiendo distinguirse las siguientes opciones: i) Patente Doméstica: Cuando los inventores son españoles y la organización solicitante es española. ii) Patente conectada internacionalmente: Cuando los inventores son españoles y están vinculados a una organización solicitante extranjera; o bien cuando los inventores son extranjeros y están vinculados a una organización solicitante española.

Para realizar el análisis se utilizó el Índice de dispersión de patentes con respecto a la participación de inventores españoles. Este índice se ha construido siguiendo a Cano et al. (2016), teniendo en cuenta la ubicación de los inventores y el número total de países que participaban en la patente. Cabe resaltar que, para este estudio se tuvo en cuenta la dispersión de las patentes con respecto a la participación de inventores españoles, y el índice adopta valores comprendidos entre cero y uno. Es decir, los valores cercanos a cero indican una mayor concentración de inventores españoles en la co-invencción de patentes. Por otro lado, los valores cercanos a uno, muestran que la dispersión es más alta debido a que la participación de inventores extranjeros es mayor.

Ahora bien, hasta poder llegar al cálculo del índice, se realizó un intenso trabajo de depuración de la base de datos original obtenida de la plataforma PatentsView. Ésta contenía 15.229 solicitudes de patentes que proporcionaban información detallada sobre la ubicación de los inventores (Id, país, estado, ciudad, dirección), fecha de solicitud y categorías tecnológicas. Además, fue necesario revisar manualmente otros datos que permitían colocar cada patente en el espacio geográfico y, por lo tanto, enlazar con datos específicos para analizar los lugares de actividad inventiva e identificar la colaboración tecnológica para la generación de patentes entre España y otros países.

Dado que entre las 15.229 solicitudes se encontraban patentes de diferentes sectores como el químico, eléctrico, electrónico, mecánico entre otros, se procedió a depurar la base de datos seleccionando únicamente las que pertenecían al sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Para la identificación de las clases tecnológicas se tomó como referencia la clasificación tecnológica propuesta por Hall et al. (2001), que agrupa los códigos de las patentes principalmente en seis categorías: 1) Química, 2) computadores y comunicaciones, 3) medicamentos, 4) eléctrico y electrónico, 5) mecánico, 6) otros, y

en 36 subcategorías que, a su vez, se subdividen en clases tecnológicas de patentes (USPC) establecidas por la oficina de patentes de Estados Unidos.

De acuerdo a esta categorización, se procedió a seleccionar las patentes que se encontraban dentro de la categoría dos (de computadores y comunicaciones), con el fin de identificar dentro del gran volumen de datos, cuántas patentes correspondían a tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Es importante resaltar que dentro de la categoría dos se encuentran las siguientes subcategorías: 21) comunicaciones, 22) computador hardware y software, 23) periféricos del computador, 24) almacenamiento de información y 25) métodos y software de negocios electrónicos, y que estas a su vez se subdividen en clases tecnológicas. Estas divisiones permitieron clasificar la información obtenida de la base de datos de la USPTO según las patentes solicitadas en cada una de las subcategorías y clases tecnológicas previamente mencionadas.

Consecutivamente, se procedió a analizar la evolución de las patentes españolas a lo largo del tiempo, tomando como referencia la fecha de solicitud. Esto es algo muy habitual en los estudios de patentes ya que representa la primera comunicación formal de una invención (Schild 1999; Balconi y otros, 2004; Breschi y otros, 2007) y se liga de forma más directa con el momento en que ha sido realizada la invención.

Posteriormente, se procedió a identificar cada uno de los países que colaboraron con España en la co-inventoría de patentes y el número de patentes en las que participaba cada país. De la misma manera, se examinó la ubicación de los inventores españoles con el fin de analizar la distribución geográfica por cada comunidad autónoma. Adicionalmente, para corroborar los datos se utilizó la herramienta *USPTO Patent Full Text and Image Database* (<http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-bool.html>), en donde se puede verificar cada una de las patentes por fecha de emisión, número y clasificación tecnológica.

Esta herramienta ofrece información sobre el texto completo de la patente, incluyendo todos los datos bibliográficos, tales como el nombre del inventor, el título de la patente y el nombre de la organización solicitante; el resumen; la descripción completa de la invención; y las reivindicaciones. Del mismo modo, permite la visualización del texto completo de la patente incluyendo un hipervínculo para la obtención de imágenes de cada una de las páginas del documento de la patente.

Finalmente, se procedió a realizar el estudio exploratorio de la base de datos de patentes de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). A partir de ahí, se utilizaron métodos descriptivos para presentar los principales resultados del análisis de la conectividad internacional de España, así como información relevante sobre el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la distribución geográfica por Comunidades Autónomas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Estado general de patentes del sector TIC en España

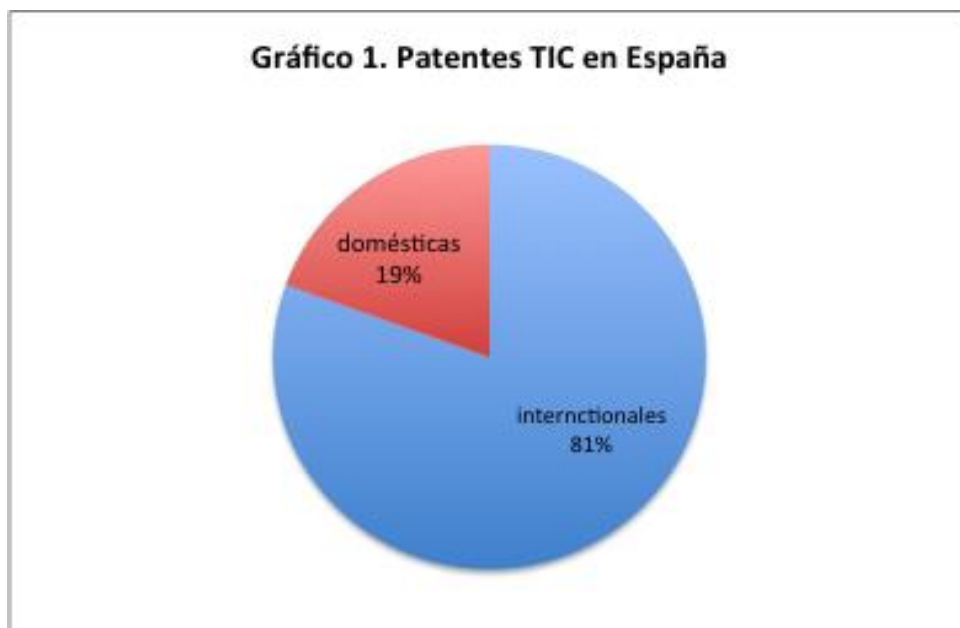
En el análisis realizado de las solicitudes de patentes a la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), en el periodo comprendido entre 1976-2016, se evidenció que del total de 15.229 solicitudes de patentes españolas, 2.260 correspondían al sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), es decir el 15% del total de patentes.

De las 2.260 patentes del sector TIC, tan solo 440 son domésticas; es decir, que en el proceso de co-patentamiento participaron inventores españoles vinculados principalmente a empresas españolas, y también a universidades y centros de investigación localizados en cada una de las siguientes Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Islas Baleares, Islas canarias, Cataluña, Galicia, Madrid, Murcia, Navarra, Valencia y País Vasco). Las restantes 1820 patentes corresponden a patentes conectadas internacionalmente, es decir, que cuentan con la participación de inventores españoles en organizaciones solicitantes extranjeras y con la participación de inventores extranjeros en organizaciones solicitantes españolas.

Esta distribución implica que menos del 20% del total de patentes del sector TIC son domésticas o puramente nacionales –Gráfico 1. Dentro de este grupo hay una elevada concentración de organizaciones solicitantes de patentes, que no llegan a ser una decena las más representativas tales como Telefónica de España, S.A., Fractus, S.A., Advanced Automotive Antennas, S.L., Airbus Operations SAS, GMV Aerospace and Defence S.A., Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Marvell Hispania, entre otras empresas que presentan una participación notoriamente menor.

Por otra parte, también destacan un grupo reducido de universidades y centros españoles que han participado en la co-invención de patentes domésticas del sector TIC, y que son las siguientes: Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Pública de Navarra, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Murcia, Universidad de Oviedo, Universidad Pompeu Fabra, Universidad de Zaragoza, Universidad de Coruña y la Fundación Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Cataluña.

Un aspecto a destacar es que algo más del 80% de las patentes están conectadas internacionalmente, lo que indica claramente que España requiere de otros socios para desarrollar nuevas tecnologías en el sector de las TIC. Este aspecto hace especialmente interesante descender al análisis de las patentes según subcategorías tal como se presenta a continuación.



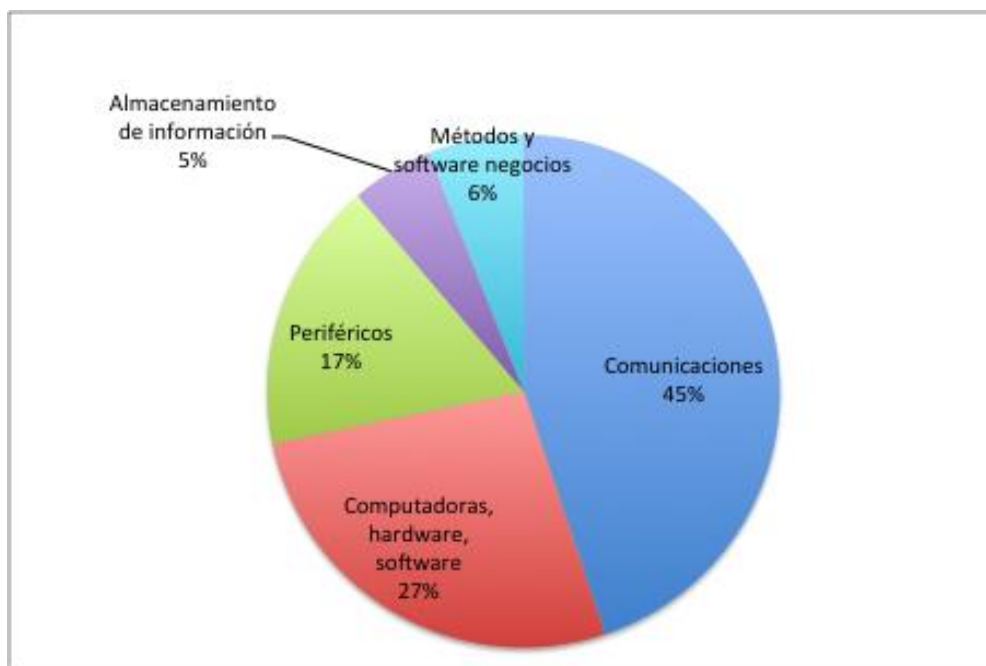
Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

## 4.2 Patentes por subcategorías tecnológicas

Siguiendo la clasificación tecnológica propuesta por Hall et al. (2001), casi la mitad de las 2.260 solicitudes de patentes, pertenecían a la subcategoría (21) que hace referencia a las comunicaciones en general (1.014 patentes); 608 corresponde a la subcategoría (22) de computadores hardware y software; 386 a la subcategoría (23) de periféricos de computadores; 116 a la subcategoría (24) almacenamiento de información y 136 a la subcategoría (25) de métodos y software de negocios electrónicos.

Tan solo las dos primeras subcategorías, de comunicaciones y de computadores, representan el 71% del total de patentes –Gráfico 2. La subcategoría de comunicaciones representa el 45% del sector de las TIC, las patentes se relacionan principalmente con la emisión y recepción de señales digitales, transmisión de datos en redes de telecomunicaciones, dispositivos de comunicación móvil y procedimientos para determinar la presencia de señales en bandas de frecuencias entre otros aparatos y métodos.

### Gráfico 2. Patentes TIC por subcategorías tecnológicas



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

En esta subcategoría, son empresas multinacionales tales como Bell Telephone Laboratories, Alcatel, Telefónica, Ericsson, Motorola, Nokia Corporation y Siemens S.A, las organizaciones que abarcan el mayor número de patentes de esta subcategoría. Son compañías que se dedican a ofrecer equipos y soluciones para redes de acceso móvil, protocolos de Internet (IP), redes de transmisión y mercados de medios en todo el mundo.

A continuación, se presentan las patentes para cada subcategoría según clases tecnológicas de acuerdo a la clasificación de patentes de los Estados Unidos (USPC):

**Tabla 1. Subcategoría (21) Comunicaciones**

USPC ID clase principal	USPC Título clase principal	N° patentes
333	Líneas y redes de transmisión de onda	28
340	Comunicaciones: electricidad	66
342	Comunicaciones: sistemas y dispositivos de ondas radioeléctricas directivas (por ejemplo, radares, radionavegación)	23
343	Comunicaciones: antenas de ondas de radio	120
358	Procesamiento de facsímil y presentación estática	89
367	Comunicaciones eléctricas: sistemas y dispositivos de ondas acústicas	3
370	Comunicaciones Multiplex	270
375	Pulso o comunicaciones digitales	75
379	Comunicaciones telefónicas	46
385	Guías de ondas ópticas	33
455	Telecomunicaciones	213



704	Procesamiento de datos: procesamiento de señales de voz, lingüística, traducción de idiomas y compresión / descompresión de audio	48
<b>Total</b>		<b>1014</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Hall et al 2001

**Tabla 2. Subcategoría (22) Computadores Hardware y Software**

USPC ID clase principal	USPC Título clase principal	N° patentes
341	Generación o conversión de datos codificados	35
380	Criptografía	21
382	Análisis de imagen	76
396	Fotografía	3
700	Procesamiento de datos: sistemas de control genéricos o aplicaciones específicas	52
701	Procesamiento de datos: vehículos, navegación y ubicación relativa	49
702	Procesamiento de datos: medición, calibración o prueba	45
706	Procesamiento de datos: inteligencia artificial	28
708	Computadoras eléctricas: cálculo aritmético y cálculo	6
709	Ordenadores eléctricos y sistemas de procesamiento digital: transferencia de datos multicomputadoras	115
712	Computadoras eléctricas y sistemas de procesamiento digital: arquitecturas de procesamiento y procesamiento de instrucciones (por ejemplo, procesadores)	19
713	Ordenadores eléctricos y sistemas de procesamiento digital: soporte	64
714	Detección / corrección de errores y detección / recuperación de fallos	29
715	Procesamiento de datos: procesamiento de presentación de documentos, procesamiento de interfaz de operador y procesamiento de visualización de protector de pantalla	29
717	Procesamiento de datos: desarrollo, instalación y administración de software	37
<b>Total</b>		<b>608</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Hall et al 2001

**Tabla 3. Subcategoría (23) periféricos de computadores**

USPC ID clase principal	USPC Título clase principal	N° patentes
345	Procesamiento de gráficos por ordenador y sistemas de visualización selectiva	29
347	Impresión incremental de información simbólica	349
349	Celdas de cristal líquido, elementos y sistemas	1
710	Computadoras eléctricas y sistemas digitales de procesamiento de datos: entrada / salida	7
<b>Total</b>		<b>386</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Hall et al 2001

**Tabla 4. Subcategoría (24) almacenamiento de información**

USPC ID clase principal	USPC Título clase principal	N° patentes
1	Sin clasificar	7

360	Almacenamiento o recuperación de información magnética dinámica	1
365	Almacenamiento y recuperación de información estática	17
369	Almacenamiento o recuperación de información dinámica	2
707	Procesamiento de datos: bases de datos y gestión de archivos o estructuras de datos	63
711	Ordenadores eléctricos y sistemas de procesamiento digital: memoria	26
Total		116

Fuente: Elaboración propia a partir de Hall et al 2001

**Tabla 5. Subcategoría (25) métodos y software de negocios electrónicos**

USPC ID clase principal	USPC Título clase principal	N° patentes
703	Procesamiento de datos: diseño estructural, modelado, simulación y emulación	30
705	Procesamiento de datos: financieros, prácticas comerciales, gestión o determinación de costos / precios	39
718	Ordenadores eléctricos y sistemas de procesamiento digital: tareas de máquina virtual o gestión de procesos o gestión / control de tareas	4
719	Ordenadores eléctricos y sistemas de procesamiento digital: comunicación interprograma o comunicación entre procesos (IPC)	4
725	Sistemas de distribución de vídeo interactivo	12
726	Seguridad de información	47
<b>Total</b>		<b>136</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Hall et al 2001

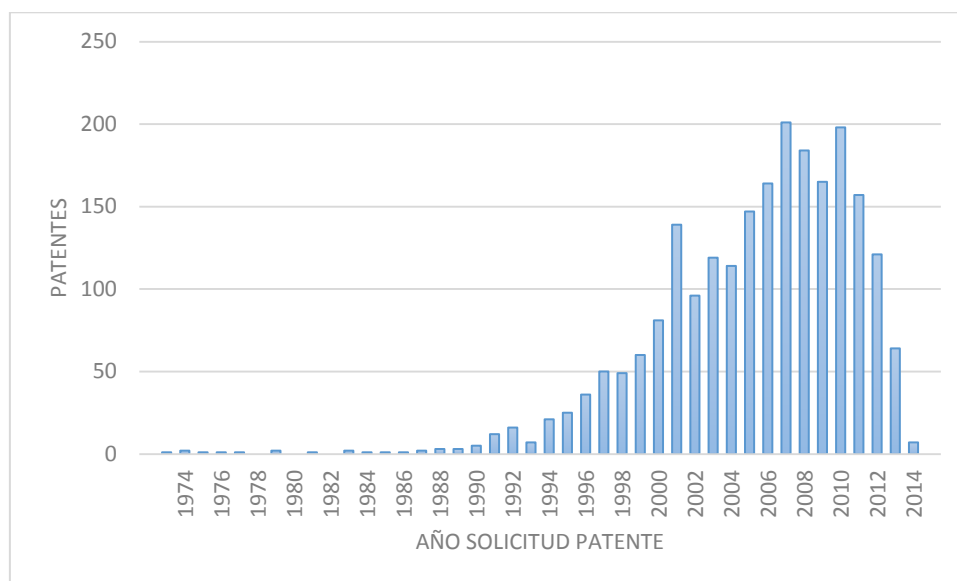
En la subcategoría de comunicaciones –Tabla 1., el número más alto de solicitudes de patentes pertenece a la clase comunicaciones multiplex, que es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión (permite varias comunicaciones de forma simultánea) usando solo un dispositivo. Le siguen las clases relacionadas con telecomunicaciones y ondas de radio. Por su parte, el número de patentes en transferencia de datos multicomputadoras e imagen son las que sobresalen dentro de la subcategoría de computadores –hardware y software-, en la Tabla 2. En cuanto a la categoría periféricos de computadores –Tabla 3- cabe destacar por su cuantía la clase que presenta el mayor número de patentes (349), correspondiente la Impresión incremental de información simbólica que hace referencia a aparatos y métodos que pueden realizar, bajo control directo de ordenador, textos o imágenes a partir de puntos colorantes individuales creados sobre un soporte de impresión. Por último, en almacenamiento de información destacan las clases tecnológicas relacionadas con bases de datos y gestión de archivos o estructuras de datos –Tabla 4- así como las tecnologías de seguridad de información en la subcategoría de métodos y software de negocios electrónicos –Tabla 5.

Es importante resaltar que esta clasificación es la correspondiente al momento temporal en el que se realizó la descarga de los datos, segundo trimestre de 2017, ya que tanto las categorías y clases tecnológicas se van actualizando continuamente debido a los cambios en las propias tecnologías; es decir, cabe esperar que en el futuro se puedan incluir nuevas clases de patentes o se pueden reclasificar o descartar definitivamente porque queden obsoletas.

### 4.3 Comportamiento temporal de patentes españolas

Para el análisis temporal de las patentes españolas se ha tomado como referencia la fecha de la solicitud de la patente, debido a que indicaba el momento en el cual se había generado el conocimiento. Esto es importante tenerlo en cuenta porque en algunos casos la fecha de concesión de las patentes puede variar significativamente. El gráfico 3 recoge los datos básicos para conocer la evolución temporal de la actividad inventiva en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación en España.

**Gráfico 3. Solicitud de patentes TIC, España, 1976-2016**



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

A simple vista se puede observar que en los años 70 y 80, el número de solicitudes de patentes en el sector de las TIC era mínimo. Siguiendo a Myro (2009), España estaba inmersa en una crisis económica de especial gravedad durante la primera mitad de la década de 1980, y por esta razón se incorporó con alguna tardanza a la revolución de las TIC. Sin embargo, en el período de 1985 - 1989, recorrió algo del camino perdido, lo que podría explicarse, por el hecho de que la recuperación de la crisis económica era más intensa en España y coincidió con la incorporación a la Comunidad Económica Europea, que además era en sí misma un factor de estímulo de la inversión productiva, que promovió la adopción de medidas favorecedoras para la renovación de equipamientos y técnicas.

Los avances logrados en los años 90, con medidas de alcance general, también se extendieron al sector TIC, favoreciendo la adopción de estas tecnologías en el país. Uno de los hitos a destacar, Según el Instituto de Estudios Fiscales de España, en su publicación “La contribución de las TIC al crecimiento económico en España y los retos del sector” fue mediante la adopción de la Ley 12/1997, de liberalización de las telecomunicaciones, a partir de la cual se dieron los primeros pasos importantes en este sector. Esta primera ley liberalizadora, junto a una serie de decretos, sirvió para anticipar la introducción de competencia en los mercados de telecomunicaciones, hasta la aprobación de la Ley 11/1998 General de Telecomunicaciones, que instauró un régimen plenamente liberalizado en la prestación de servicios y el establecimiento y explotación de redes de

telecomunicaciones, abriendo el sector a la libre competencia entre operadores, lo que permitió en cierta manera la extensión del uso de servicios tecnológicos y el despliegue de nuevas redes, especialmente de banda ancha.

A finales de los años noventa y fundamentalmente a partir del año 2000, cambia la senda y España presenta un aumento significativo en las solicitudes de patentes del sector TIC, alcanzando el mayor número de solicitudes (201), en el año 2007. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años, la situación de España en comparación con otros países de la Unión Europea y de Estados Unidos sigue presentando un alto grado de atraso tecnológico.

El retraso relativo en el contexto de la OCDE puede observarse en el valor del índice de ventajas tecnológicas reveladas (VTR) en TIC –Tabla 6-, en la que se puede observar los elevados valores de Estados Unidos y de la UE. En el período 1997-1999 el valor este indicador era en España del 0.43 frente al promedio de la OCDE que fue de 0.82 (según datos extraídos de [www.OECD.stat](http://www.OECD.stat)). En los últimos años de la década de 2000, el valor de VTR en TIC de España era de 0.67 y el de la OCDE de 0.76, más corta la distancia pero aún inferior.

**Tabla 6. Ventajas tecnológicas reveladas (VTR) en TIC, España, UE y una selección de países**

	VTR en TIC	
	1997-99	2007-09
Francia	0,7779	0,8198
Alemania	0,8292	0,6393
Japón	1,0749	1,2218
<b>ESPAÑA</b>	<b>0,4363</b>	<b>0,6209</b>
Suecia	1,1021	1,0875
Reino Unido	0,8955	0,8974
Estados Unidos	1,1481	1,0365
Unión Europea (27)	0,8749	0,7648
OCDE	0,8246	0,7677
BRIICs -Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Suráfrica"	0,5676	1,1163

Fuente: OECD.Stat

Esa posición de desventaja en un sector estratégico como son las TIC viene a justificar que el gobierno esté impulsando la Agenda Digital para España, un programa que se estructura en torno a seis grandes objetivos: 1) Fomentar el despliegue de redes y servicios para garantizar la conectividad digital. 2) Desarrollar la economía digital para el crecimiento, la competitividad y la internacionalización de la empresa española. 3) Mejorar la e-Administración y adoptar soluciones digitales para una prestación eficiente de los servicios públicos. 4) Reforzar la confianza en el ámbito digital. 5) Impulsar la I+D+i en las industrias de futuro. 6. Promover la inclusión y alfabetización digital y la formación de nuevos profesionales TIC. Esta estrategia está orientada a consolidar la utilización de las nuevas TIC en todos los ámbitos económicos, políticos y sociales y, a la vez, aumentar la posición competitiva de España. (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2013)

#### 4.4 Distribución geográfica por Comunidades Autónomas

En cuanto a la distribución geográfica por Comunidades Autónomas, se ha tomado como referencia la ubicación de los inventores y la de las organizaciones solicitantes

de patentes españolas. Se pudo establecer que la colaboración para la co-invencción de 440 patentes domésticas del sector TIC, se encuentra concentrada en tan solo tres Comunidades Autónomas: Cataluña, Madrid y País Vasco, que aglutinan el 88% de las patentes españolas –en el gráfico 4. El 12% restante se distribuye entre las comunidades de Andalucía, Aragón, Islas Baleares, Canarias, Valencia, Galicia, Murcia y Navarra.

**Gráfico 4. Co-invencción de patentes por Comunidades Autónomas**



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

La comunidad autónoma de Cataluña ha participado activamente en la co-invencción de patentes a nivel nacional. No obstante, hay que tener presente que alrededor de la mitad de las patentes están vinculadas a la empresa española Fractus, S.A., que ha sido pionera en el desarrollo de antenas internas para Smartphone, tabletas y dispositivos inalámbricos de internet de las cosas. Por otra parte, la empresa Media Patents, S.L., abarca un 20% de las patentes. El enfoque principal de esta empresa es el desarrollo, programación y comercialización de programas informáticos y componentes de software. En el 30% restante se encuentran otras empresas y Universidades como la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad Pompeu Fabra y la Fundación Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Cataluña.

En segundo lugar, se encuentra Madrid con una participación del 38% en la co-invencción de patentes a nivel nacional. Estas solicitudes están vinculadas a empresas como Telefónica de España, S.A., Airbus Operations SAS, Alcatel, EADS Construcciones Aeronáuticas, S.A., GCM Communications, Parque científico Tecno-Alcalá, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Investronica Sistemas S.A. y Patentes Talgo S.A. entre otras.

En tercer lugar, y a bastante distancia de las dos anteriores, se ubica el País Vasco, con una participación del 4%, destacando en esas solicitudes algunas empresas españolas como Arteche, Instrumentación y Sistemas Electrónicos S.A., Ona

Electro-Erosión, S.A., Vidrala, S.A., Ingeteam Power Technology, S.A. y Progenika Biopharma, S.A. entre otras.

Según el Informe Anual del Sector TIC y Contenidos 2016, Madrid y Cataluña poseen el 55% del total de las empresas del sector TIC. La Comunidad de Madrid aglutina el 32% y Cataluña el 23%. En un segundo grupo se encuentran Andalucía y la Comunidad Valenciana, agrupando cada una de ellas a un 9% de las empresas. Tras ellas aparecen País Vasco (5%) y Galicia con el (4%). En Castilla y León, Canarias y Aragón un 3% en cada una y Castilla la Mancha, Baleares, Región de Murcia y Principado de Asturias un 2%. El resto de Comunidades y Ciudades Autónomas abarcan cifras inferiores al 2%. En definitiva, el análisis de la información sobre la co-invencción de patentes domésticas del sector de las Tecnologías de la información y la Comunicación (TIC) en las diferentes Comunidades Autónomas muestra que este es un sector fuertemente concentrado entre las regiones de Madrid y Cataluña (ONTSI,2016).

#### 4.5 Colaboración Internacional en patentes del sector TIC

En el periodo comprendido entre 1976-2016, se registraron 1820 patentes conectadas internacionalmente pertenecientes al sector de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC). Para analizar la colaboración entre España y terceros países, se ha utilizado un índice de dispersión de la participación de inventores españoles en la co-invencción de patentes, con rangos que oscilan entre cero y uno. Es decir, los valores cercanos a cero indican una mayor concentración de inventores españoles, y si los valores se acercan a uno, la dispersión es más alta debido a que la participación de inventores extranjeros es mayor.

Para la construcción del índice de dispersión (ID), se ha seguido el trabajo de Cano et al. (2016), y se ha realizado como a continuación se expresa:

$$ID = 1 - \sum_{i=1}^N S_i^2$$

Donde, S es la proporción de inventores españoles sobre el número de inventores totales en cada patente, siendo (N) el número de países involucrados que colaboran en la misma patente i. Adopta valores entre 0 y 1, de tal manera que 0 representaría dispersión nula y 1 reflejaría la máxima dispersión.

De estas patentes conectadas internacionalmente, se ha podido comprobar que inventores españoles participaron en 810 patentes que estaban vinculadas a organizaciones solicitantes extranjeras. En este sentido, cabe destacar el importante efecto tractor de las empresas multinacionales en España, debido a que han contribuido de manera sustancial en la generación de nuevas tecnologías y a la transferencia de conocimiento, generando efectos positivos sobre la capacidad innovadora del país. Además, algunos trabajos se han ocupado de analizar con mayor detalle el impacto de la IDE sobre el sistema español de innovación se revela que las filiales de EMN extranjeras localizadas en España han operado principalmente en industrias de alto contenido tecnológico y han sido superiores a las empresas de capital nacional en gasto en formación, I+D y otras variables tecnológicas (Álvarez y Molero, 2005).

Asimismo, se han contado seis patentes, en las que participaron solo inventores extranjeros de países como Japón, Francia, Países Bajos y Eslovenia, y que las mismas estaban vinculadas a organizaciones solicitantes establecidas en España, entre ellas Philips Electronics, EM Microelectronic Marín SA, Amadeus S.A.S. y Sony España S.A.

Por otro lado, de las 1.004 patentes internacionales restantes, se pudo establecer que la participación española era relativamente baja en comparación con la de otros países. De acuerdo a los resultados del índice de dispersión, en la Tabla 7, se puede observar que en 822 patentes, el valor del ID es superior a 0.64, y oscila hasta el valor máximo de 0.99, revelando una alta dispersión en el contexto internacional.

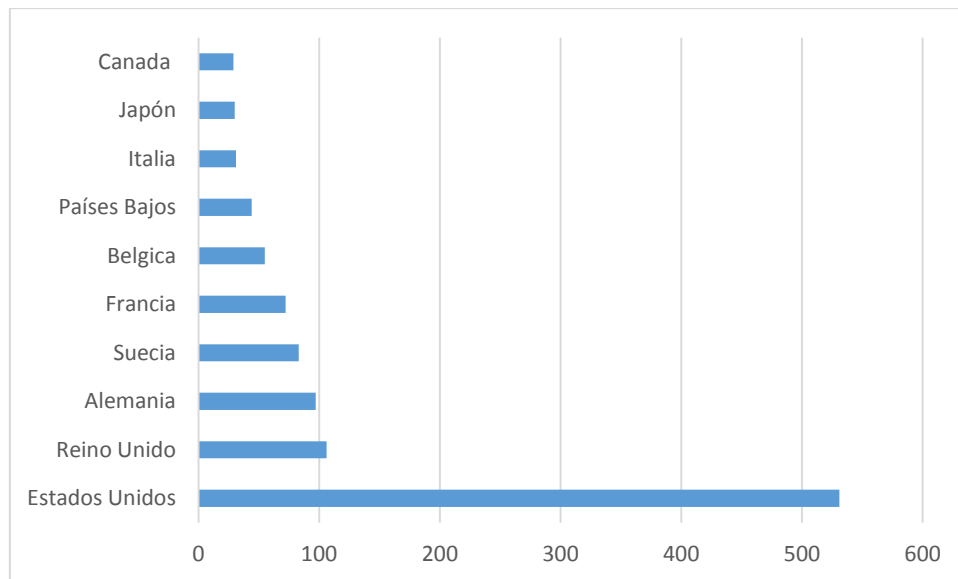
**Tabla 7. Resultados Índice de dispersión**

Número de Patentes	Level of concentration and / or dispersion	Rango Índice de dispersión
92	Se concentra más la participación de España que la de otros países.	0,2098 a 0,4889
90	La colaboración entre España y otros países es 50 - 50	0,5555 a 0,5556
822	Se encuentran más dispersas debido a que la participación de otros países es mayor que la de España.	0.6400 a 0,9979

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

Cabe mencionar que en las 822 patentes con mayor grado de dispersión, Estados Unidos presenta una participación del 60% en la co-invencción de patentes. Empresas como Hewlett-Packard Company, Apple Computer, Inc., Microsoft Corporation, International Business Machines Corporation, Health Discovery Corporation y Cisco Technology, Inc., entre otras, abarcan un alto nivel de colaboración. Esto indica claramente que Estados Unidos es un socio estratégico para España en la co-invencción de patentes, teniendo en cuenta que es un país pionero y líder en tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

**Gráfico 5. Top 10 Principales socios de España**



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

En el Gráfico 5 se pueden observar la nacionalidad de socios más representativos de España y que, de hecho, destaca Estados Unidos como el principal, a una notable distancia del siguiente. Además, cabe resaltar que existe una estrecha colaboración con países pertenecientes a la Unión Europea (UE), lo que no es de extrañar si se atiende a, por ejemplo, los numerosos acuerdos para el mejoramiento de infraestructuras tecnológicas que se han llevado a cabo en el seno de la UE. Asimismo, los países miembros de la UE han tomado medidas conjuntas en materia de políticas públicas con el fin de implementar grandes proyectos de investigación científica y tecnológica para la generación de conocimientos, desarrollos tecnológicos y para la explotación económica de innovaciones.

Hay que mencionar, además, que países como Suecia, Francia y Alemania son países en los que están radicadas algunas organizaciones solicitantes de patentes muy activas tales como Telefonaktiebolaget LM Ericsson, Agencia Espacial Europea, France Telecom, Thomson Licensing, Siemens, Infineon Technologies AG y Robert Bosch entre otras, que son líderes en tecnología a nivel mundial.

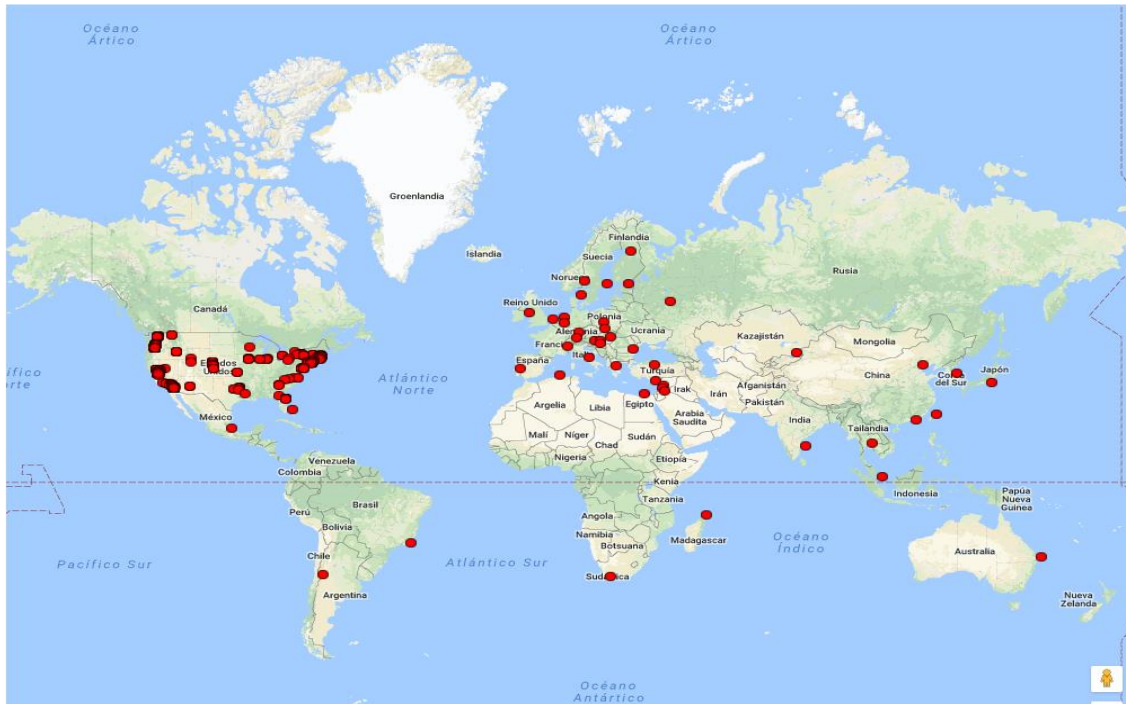
En cuanto a otros países, distinto a Estados Unidos y a los de la UE, en la colaboración con países como Japón y Canadá, también la co-inventoría de patentes del sector TIC está muy centrada en la participación de multinacionales como Canon Kabushiki Kaisha, Yamaha Corporation, Seiko Epson Corporation, Access Co., Ltd., Canadá Northern Telecom Limited, InVisage Technologies, Avaya, y Joyent respectivamente.

A lo anterior se debe agregar también que existen patentes del sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que se encuentran conectadas con otros países como con un nivel tecnológico moderado como Austria, Suiza, Finlandia, Irlanda e Israel y con otros países con un nivel tecnológico más bajo. Y, si bien puede señalarse que España ha participado en la co-inventoría de patentes con otros países que no se encuentran dentro del Top 10, aunque en menor medida esos inventores también han hecho posible la generación de nuevas tecnologías, listado de países que colaboran con España). Por último, el Gráfico 6 da una muestra de la extensión internacional de las patentes españolas en TIC. Los puntos



representan la presencia de co-inventores en esas patentes y nos brindan una imagen de la amplia geografía de la generación de conocimiento en las TIC en los últimos 40 años.

### Gráfico 6. Muestra de Países que colaboran con España en las patentes TIC



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos USPTO (1976-2016)

## 5. CONCLUSIONES

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), son consideradas en la actualidad como un factor determinante para la productividad y el crecimiento económico de los países. Es por este motivo que gobiernos, empresas y organizaciones sin ánimo de lucro, están cada vez más interesadas en realizar inversiones e I+D que contribuyan a la generación y la utilización de estas tecnologías en diferentes contextos a nivel internacional.

La clave está en que la nueva sociedad de la información y del conocimiento, cuya visión del mundo es más multicéntrica y multicultural, ofrece la oportunidad a un mayor número de países de asumir un papel activo en la economía mundial. Al mismo tiempo, la colaboración internacional está tomando cada vez más relevancia, no solo en el ámbito científico, sino también en el tecnológico debido a que las actividades de innovación requieren de un gran esfuerzo en investigación y desarrollo y de una gran cantidad de recursos para ser llevada a cabo.

En este trabajo, se ha analizado la conectividad internacional en la generación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en España, utilizando la base de datos de patentes del periodo 1976-2016 de la *United States Patent and*

*Trademark Office* (USPTO). Se ha podido comprobar que del total de 15.229 solicitudes de patentes, un 15% correspondían al sector de las TIC. Adicionalmente, se ha podido determinar que los principales diez socios de España, destaca claramente Estados Unidos, al que siguen un conjunto de países de la UE y también, aunque en menor medida, Japón y Canadá. Además, es importante destacar que la mayoría de patentes internacionales se encuentran vinculadas a empresas multinacionales con filiales en España, o también a casas matrices ubicadas en otros países que han contratado a inventores españoles.

Por otra parte, de acuerdo a la clasificación tecnológica propuesta por Hall et al. (2001), hay un predominio de patentes pertenecientes a la subcategoría que incorpora a las comunicaciones en general, así como de la correspondiente a computadores hardware y software. En este sentido, es importante resaltar que la tecnología, por su propia naturaleza, siempre está en constante evolución y en este sector este aspecto alcanza incluso una importancia mayor. Sobra recordar utilización y popularización de la banda ancha, las redes sociales, los Smartphone, las tabletas y los wearables (dispositivos que el usuario puede llevar sobre su cuerpo), que se apoyan en sistemas de comunicación basados en redes inalámbricas (3G, 4G, 5G, Wi-Fi, etc.), redes de nueva generación y fibra óptica, y que continúan desarrollándose, razón por lo cual las categorías y clases tecnológicas de patentes se pueden actualizar, reclasificar y/o descartar definitivamente.

España ha ido progresando paulatinamente en el sector de las TIC; por un lado, incrementando el número de solicitudes de patentes y por otro lado, tomando acciones a nivel de políticas públicas para fomentar el despliegue de los servicios tecnológicos a nivel general. No obstante, a pesar de los esfuerzos realizados, España continua en un nivel tecnológico medio y requiere de la colaboración de otros países para la generación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En cuanto a la distribución geográfica interna, se encontró que las Comunidades Autónomas que mantienen una elevada participación en la co-invencción de patentes son Cataluña, seguida de Madrid, y a una notable distancia también el País Vasco.

Es importante resaltar que el sector TIC engloba ámbitos como el internet móvil, la inteligencia artificial, la interconexión del mundo real con el virtual, la investigación del genoma, los robots domésticos, los hologramas 3D, los biochips, la nanomedicina, los coches autónomos, los drones, las nuevas fuentes de energía o las impresoras 3D, entre otros ámbitos, y que todos influyen directamente en la sociedad.

A partir de estos elementos y tendencias, han surgido grandes conceptos, como el Big Data y las analíticas de datos (sistemas y metodologías para el tratamiento y el análisis de grandes cantidades de datos), el Cloud Computing (permite el acceso bajo demanda a recursos de comunicación e informáticos compartidos), la educación personalizada mediante tutores virtuales o el Internet de las Cosas (evolución de la Red basada en sensores, redes y capacidad de proceso), que sitúan la información y el análisis en cualquier sitio y en cualquier momento y que son, hoy, la esencia del mundo y de la vida digitales. Pero para aprovechar la innovación y el potencial de crecimiento de la economía digital, se requiere que los gobiernos faciliten la transición digital y reconozcan los potenciales efectos disruptivos. En el caso de España, el gobierno ha puesto en marcha la Agenda

Digital, que se articula mediante diversos planes específicos. Además, también se ha desarrollado el Plan de TIC en PYME y comercio electrónico que permita el uso de las TIC para mejorar la productividad y competitividad de la PYME y alcanzar los objetivos europeos de comercio electrónico,

O el Plan de impulso a la economía digital y los contenidos digitales el Plan de internacionalización de empresas tecnológicas de base tecnológica, el Plan de confianza en el ámbito digital; El Plan de desarrollo e innovación del sector TIC para aprovechar el potencial de crecimiento y de generación de empleo; el Plan de inclusión digital y empleabilidad; el Plan de servicios públicos digitales; El Plan Nacional de Ciudades Inteligentes para impulsar en España la industria tecnológica de las Ciudades Inteligentes; y el Plan de Impulso de las Tecnologías del Lenguaje para fomentar el desarrollo del procesamiento del lenguaje natural y la traducción automática en lengua española y lenguas cooficiales. Con todos estos planes, el gobierno español pretende definitivamente impulsar el desarrollo tecnológico, la utilización masiva de las TIC en todos los sectores y mejorar su posición competitiva a nivel internacional.

En todo caso, como se ha mostrado a lo largo del trabajo, el acceso a fuentes de conocimiento situadas en otras latitudes, bien sea a través de inventores extranjeros bien a través de empresas, es un elemento clave para comprender la evolución del sector TIC y su capacidad de dar un salto adelante en nuestro país. Si bien se ha prosperado en las últimas décadas, tal como los indicadores lo manifiestan, aún se está lejos de converger con los líderes tecnológicos.

Así lo evidencian tanto las estadísticas agregadas de patentes, el valor aún raquítico del indicador de ventajas tecnológicas reveladas, y el escaso peso que tienen las patentes netamente españolas (con inventor y solicitante nacional). Bien al contrario, el estudio exploratorio que aquí se realiza permite derivar algunas ideas que conducirán la investigación futura en materia de conectividad internacional en el sector de las TIC. Un aspecto clave es el potencial tractor de las empresas multinacionales (EMN) en la generación de conocimiento sobre bases globales, siendo más numerosas las extranjeras que las de capital español.

Otro asunto de interés está relacionado con las características de la distribución geográfica que presenta la conectividad internacional en la generación de tecnologías TIC. A este respecto, una de las ideas concluyentes está relacionada con el elevado grado de dispersión que muestran las patentes con co-inventores internacionales de este sector en España, reforzando la idea de que frente a la autonomía nacional, la generación de tecnologías en el ámbito TIC es claramente dependiente de fuentes internacionales. Un análisis más pormenorizado en el futuro permitirá comprobar la estabilidad de esas redes en el tiempo, lo que podría concebirse como una forma de aproximar la importancia del flujo de conocimiento tácito entre fronteras.

Por último, cabe hacer notar que es tan claro el protagonismo de Estados Unidos sobre el de los países europeos con los que colabora España en las patentes TIC que la distancia geográfica no es un factor limitante, no juega en contra. Esta afirmación se refuerza al observar que entre los top ten socios españoles también se encuentran Canadá y Japón. Aunque lejos de ser global, sí cabe afirmar que la conectividad parece describir un proceso internacional en el que la naturaleza del

conocimiento que se genera constituye un aspecto esencial, y que no se trata solo de un proceso alentado por la integración regional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcacer, J., Cantwell, J. y Piscitello L. (2016). Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks? *Journal of International Business Studies*, 47, 499–512.

Álvarez, I. y Magaña, G. (2007). ICT and Cross-Country Comparisons: a Proposal of a New Composite Index. Instituto Complutense de Estudios Internacionales. WP 01/07.

Álvarez, I. y Molero, J. (2005). «Technology and the generation of international spillovers: an application to Spanish manufacturing firms», *Research Policy*, 34, p.p. 1440-1452.

Álvarez, I. y Molero, J. (2004). “Las empresas multinacionales y la innovación tecnológica, Dinámica internacional y perspectiva española”, *Información Comercial Española*, nº 818, Octubre-Noviembre. p.p., 011-124.

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. and Lammarino, S. (2002). “The globalization of technological innovation: definition and evidence”, *Review of International Political Economy* 9 (1), pp. 98-122.

Archibugi, D. and Michie, J. (1995). The globalisation of Technology: A new Taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 121-140.

Archibugi, D., 1992. Patenting as an indicator of technological innovation: a review. *Science and Public Policy* 19, 357-368.

Balconi, M., Breschi, S., Lissoni, F., 2004. Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, vol. 33, 127-145.

Basberg, B. (1987). “Patents and the measurement of the technological change: a survey of the literature”. *Research Policy*, v. 16, n. 2-4, p. 131- 141.

Breschi, S.; Lissoni, F.; Montobbio, F. (2007). The scientific productivity of academic inventors: new evidence from Italian data. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 16 (2), 101-118. <http://dx.doi.org/10.1080/10438590600982830>

Cano, M., Mudambi, R., Tavares, A. (2014). The geographical dispersion of inventor networks in peripheral economies.

- Cantwell, J., 1995. The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics* 19, 155-174.
- 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.
- Cantwell, J., Santangelo, G.D., 2000. Capitalism, profits and innovation in the new techno-economic paradigm. *Journal of Evolutionary Economics* 10, 131.
- Chiesa, V. (1996), "Managing the internationalization of R&D activities", *IEEE Transactions on Engineering Management* 43 (1), pp. 7-23.
- Corrocher, N., Malerba, F., & Montobbio, F. (2007). Schumpeterian patterns of innovative activity in the ICT field. *Research Policy*, 36, 418–432.
- Dunning, J. H. y R. Narula (1995), "The R&D activities of foreign firms in the US.", *International Studies of Management and Organization* 25, pp. 39-73.
- Ejermo, O., Karlsson, C., 2006. Interregional inventor networks as studied by patent coinventorships. *Research Policy* 35, 412-430.
- European Innovation Scoreboard (2017). Cuadro Europeo de Indicadores de la Innovación 2017.
- Gorriti, M., Ruiz, J. (2005). La contribución de las TIC al crecimiento económico en España y los retos del sector. *Secretaría General de Presupuestos y Gastos. Instituto de Estudios Fiscales, Presupuesto y Gasto Público 39/2005: 243-266.*
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature* Vol. XXVIII, pp. 1661-1707.
- Guellec, D. and Van Pottelsberghe, B. (2000). "Applications, grants and the value of patent". *Economics Letters*, 69(1): 109-114.
- Hall, B.H., Jaffe, A.B. and Trajtenberg, M. (2001). "The NBER patent citation data file: lessons, insights and methodological tools", National Bureau of Economic Research.
- Hu, M. 2012. Technological innovation capabilities in the thin film transistor liquid crystal display industries of Japan, Korea, and Taiwan. *Research Policy* 41, 541-555.
- Kim, E., Kim, J., & Koh, J. (2014). Convergence in Information and Communication Technology (ICT) Using Patent Analysis. *Journal of Information Systems and Technology Management*, Vol. 11 N°.1, 53-64.
- Kuemmerle, W. (1997), "Building effective R&D capabilities abroad", *Harvard Business Review*, marzo - abril, pp. 61-70.

Lee, A., Mudambi, R., Cano, M. (2016). An analysis of Japan's connectivity to the global innovation system. *Multinational Business Review*, Volume: 24, número 4, pp. 399-423

Lee, S., Kim, M., & Park Y. (2009). ICT Co-evolution and Korean ICT strategy. An analysis based on patent data. *Telecommunications Policy*, 33, 253–271.

Lei, X., Zhao, Z., Zhang, X., Chen, D., Huang, M., Zheng, J., Liu, R., Zhang, J., & Zhao, Y. (2013). Technological collaboration patterns in solar cell industry based on patent inventors and assignees analysis. *Scientometrics*, 96, 427–441.

Lissoni, F., 2001. Knowledge codification and the geography of innovation: the case of Brescia mechanical cluster. *Research Policy* 30, 1479-1500.

Lundin, P., E. Frinking, C. Wagner (2004), "International collaboration in R&D. Structure and dynamics of private sector actors", Gaia Group Oy. Helsinki.

McFadyen, M. A.; Cannella Jr., A. A. (2004). Social capital and knowledge creation: Diminishing returns of the number and strength of exchange relationships. *Academy of Management Journal*, vol. 47 (5), 735-746.

Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (2013). Agenda Digital para España. Disponible en (<http://www.agendadigital.gob.es/agenda-digital/Paginas/agenda-digital.aspx>).

Myro, R. (2009). Las TIC y el crecimiento de la economía española. *Revista de Economía*, n 3, 3-13.

Narula, R. (2003), "Globalisation and trends in international R&D alliances", Doc. 2003-001, MERIT-Infonomics research memorandum series.

Narula, R., y J. Hagedoorn (1998), "Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements", *Technovation* 19, pp. 283-294.

OCDE, (2015). Perspectivas de la OCDE sobre la economía digital.

OCDE, (2009). Manual de Estadísticas de Patentes.

OCDE, (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition. ISBN 978-92-64-01308-3

OECD (2003): «The sources of economic growth in OECD countries», Paris.

OCDE, (2002). Reviewing the ICT sector definition: Issues for discussion. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/3/8/20627293.pdf>.

ONTSI, 2016. Informe Anual del sector TIC y de los contenidos en España. <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Informe%20Sector%20de%20los%20Contenidos%20Digitales%202016.pdf>

Park, I., Park, G., Yoon, B., & Koh, S., (2016). Exploring Promising Technology in ICT Sector Using Patent Network and Promising Index Based on Patent Information. *ETRI Journal*, Volume 38, Number 2, 405-415)

Patel, P., Pavitt, K., 1997. The Technological Competencies of the World's Largest Firms: Complex and Path-Dependent, but not Much Variety. *Research Policy* 26, 141–156.

Pavitt, K., 1988. Uses and abuses of patent statistics. *Handbook of quantitative studies of science and technology*, 509-536.

Pavitt, K. (1998). "Do patents reflect the useful research output of universities?" *Research Evaluation*, August, v. 7, n. 2. pp. 105-112.

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. London; Routledge & Kegan Paul, p. 128.

Schild, I. (1999). A regional patent study to investigate inventive activity in East Gothia. University of Linköping. Working paper n. 207.

Shin, J., & Park, Y. (2007). Building the national ICT frontier: The case of Korea. *Information Economics and Policy*, 19, 249–277.

Sorenson, O., Rivkin, J., & Fleming, L. (2006). Complexity, networks and knowledge flow. *Research Policy*, 35, 994–1017.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.

