

Laboratorio
DE ALTERNATIVAS

Intercambio y transferencia de conocimiento en entornos científicos

Documento de trabajo 207/2020


FUNDACIÓN
alternativas



Última versión: publicada el 5 de febrero de 2021.

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Alternativas.

Este estudio ha sido financiado por la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).




© Fundación Alternativas

© Los autores

ISBN: 978-84-18677-00-7

Edición: Jorge San Vicente Feduchi

Maquetación: Clara Román Jiménez

Impreso en papel ecológico 

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a los investigadores de los grupos analizados por su colaboración en este estudio y por su cotidiana tarea de llevar la investigación a la sociedad: Agustín Azkarate Garay-Olaun (UPV/EHU), Daniel Burgos Solans (UNIR), Alicia Castillo Mena (UCM), Norma García Martínez (UPM), Rubén González Crespo (UNIR), Javier Llorca Martínez (UPM), Norberto López de Lacalle (UPV/EHU), María Pilar Marín Palacios (UCM), Fabio Nascimbeni (UNIR), Maria Peraita Tajadura (UPV/EHU), Pilar Roig (UPV), Santiago Royo Royo (UPC) y Xavier Sierra (UPF).

Igualmente, expresamos nuestra gratitud a los responsables de las OTRI y vicerrectorados de investigación y transferencia de las universidades UPV/EHU, UPM, UPF, UPC y UPM por su ayuda a la hora de seleccionar los grupos representativos de la transferencia de conocimiento en sus instituciones.

También queremos expresar un especial agradecimiento a todos los participantes en el proyecto EXTRA, a los investigadores que informaron en las entrevistas preliminares y a los que respondieron la encuesta por su colaboración.

Por último, toda nuestra gratitud a Irene López Navarro, que hizo la labor de evaluadora final del informe.

Este documento es resultado de los proyectos de investigación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Ref. CSO2013-48053-R y Ref. HAR2016-75010-R) y de la Junta de Castilla y León (JCyL/FEDER UE, SA241P18).

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	5
PRIMERA PARTE: EL ENFOQUE	10
1. Factores determinantes del éxito en los entornos generadores de transferencia de ciencia y tecnología	11
<i>Isabel Álvarez y Antonio Biurrun (ICEI-UCM)</i>	
1.1 Introducción	11
1.2 Factores de éxito en entornos generadores de transferencia de conocimiento en el ámbito internacional	12
1.3 Factores determinantes del éxito en los entornos generadores de intercambio y transferencia de conocimiento en ciencia y tecnología: el caso español	18
Bibliografía	21
2. Las patentes universitarias como indicador de transferencia: análisis de la participación de las Universidades en las patentes de España	25
<i>Isabel Álvarez, Raquel Marín, Lisset Medina (ICEI-UCM)</i>	
2.1 Introducción	25
2.2 Antecedentes	27
2.3 Metodología	30
2.4 Características de las patentes de las universidades de España	31
2.5 Conclusiones	38
Bibliografía	40
3. Análisis de las interacciones del sistema de investigación público español con los agentes sociales: principales resultados del proyecto EXTRA	43
<i>Elena Castro-Martínez y Pablo D'Este (INGENIO [CSIC-Universitat Politècnica de València]) e Irene Ramos-Vielba (Danish Centre for Studies in Research and Research Policy e INGENIO [CSIC-Universitat Politècnica de València])</i>	
3.1. Introducción	43
3.2. Metodología	45
3.3. Principales resultados	46

3.4. Conclusiones	67
Bibliografía	69
SEGUNDA PARTE: EL ÍNDICE	73
4. Indicadores para la determinación de las universidades españolas orientadas al intercambio y la transferencia del conocimiento	74
<i>Isabel Álvarez, Antonio Biurrun, Raquel Marín, Lisset Medina (ICEI-UCM)</i>	
4.1. Introducción	74
4.2. Indicadores de transferencias en España	74
4.3. Clasificación de las universidades españolas según transferencia	83
4.4. Los perfiles de las universidades elegidas	89
Bibliografía	98
TERCERA PARTE: LOS ESTUDIOS DE CASO	99
5. La transferencia y el intercambio de conocimiento en diez de grupos de investigación	100
<i>Santiago M. López y Marta Plaza (IECyT – Universidad de Salamanca)</i>	
5.1. Introducción: universidad conectada, universidad ciudadana y universidad <i>glocal</i>	100
5.2. El proceso de Intercambio y Transferencia de Conocimiento: descripción	105
5.3. Los entornos externos de Madrid, Cataluña, País Vasco y Valencia	110
5.4. Los grupos de investigación	121
5.5. Conclusiones	144
Bibliografía	145
CUARTA PARTE: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
6. Conclusiones y recomendaciones	148
A. Conocer el entorno es difícil	148
B. Los grupos e investigación empujan a la transformación del modelo de universidad	151
C. La COVID-19 como oportunidad	152
Bibliografía	152

RESUMEN EJECUTIVO

La necesidad de construir puentes entre la ciencia, la sociedad y la empresa es un *leitmotiv* presente en la mayoría de discursos y propuestas de asociaciones científicas, poderes públicos y actores empresariales a la hora de fijar el objetivo de crear un entorno innovador y competitivo en la economía. No somos una economía que se pueda considerar como líder en innovación o intensiva en tecnología¹. Uno de los problemas que destacan los analistas es el exiguo nivel de interconexión entre los diferentes agentes del sistema. Ferràs (2019) sostiene que el problema se reduce básicamente a que nuestro sistema de ciencia está pensado por académicos y para académicos. Es decir, que no es un sistema propiamente de innovación, pues se centra en la generación de conocimiento y no en la explotación con éxito del conocimiento.

Este estudio analiza cómo interactúan los grupos de investigación de las universidades españolas con las empresas y la sociedad. Su objetivo es entender cómo se intercambia y transmite el conocimiento en este triángulo, plantear los problemas existentes y ofrecer recomendaciones de mejora. Se ha adoptado una perspectiva que va desde lo genérico (estudios de índole estadístico) hasta el análisis concreto de diez grupos de investigación. Nuestro enfoque, por tanto, se mueve entre la economía del cambio tecnológico y los llamados estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad).

El informe se divide en cuatro partes. La primera se compone de los primeros tres capítulos. En ellos se analiza el principal mecanismo facilitador de la transferencia, las OTRI (oficinas de transferencia de los resultados de la investigación), la importancia de los derechos de propiedad (y en especial, de las patentes), y el fenómeno del intercambio de conocimiento en el sistema científico público español. En la segunda parte, compuesta tan solo por el capítulo 4, se presenta el Índice de Transferencia ICEITRANSF, que permite clasificar a las universidades por su intensidad en labores de transferencia y que ha sido utilizado en el presente informe para seleccionar las universidades en las que analizar grupos específicos de investigación. La tercera parte, compuesta por el capítulo 5, está dedicada a los estudios de caso. La cuarta parte cierra el informe con las conclusiones y recomendaciones.

En la disciplina de la economía, cuando algo que analizamos falla —en nuestro caso, el intercambio y la transferencia de conocimiento—, se suele partir de la premisa de que existen defectos en la concepción de los derechos de propiedad sobre el bien en juego, que en el presente estudio no es otro que el conocimiento. ¿Qué cultura de la propiedad intelectual e industrial tienen nuestras universidades?

Como indican Isabel Álvarez y Antonio Biurrun en el capítulo 1, no puede haber un buen sistema de intercambio de tecnología

¹ Véase el *Global Innovation Index 2019*, Cornell University *et al.* (2019).

sin una buena cultura de la propiedad industrial. Sin introducir esa variable, no se puede analizar nuestro sistema nacional y los sistemas regionales de innovación. El conocimiento no fluye sin más ni más, sino que va acompañado legal y socialmente de derechos, que pueden ser de acceso totalmente libre, relativamente abierto (*creative commons*), ajustado a la legislación (patentes y licencias) o delimitado por normas, como son el cumplimiento de estándares y protocolos.

Para comprender la cultura de la propiedad industrial de nuestras universidades hay que empezar por analizar la pieza esencial con la que estas cuentan para gestionar su propiedad industrial: las OTRI. El estudio realizado sobre estas instituciones revela que el sistema de innovación no solo tiene una carencia seria en lo que se refiere a la cultura de la propiedad industrial, sino que la transferencia e intercambio de conocimientos es un fenómeno que depende de cómo estén de dispuestas las comunidades científica y empresarial a admitir los procedimientos que facilitan el intercambio del conocimiento.

Por su parte, el trabajo de Isabel Álvarez, Raquel Marín y Lisset Medina (capítulo 2), realizado con datos de las solicitudes de patentes en la *United States Patent and Trademark Office* por parte de las universidades españolas, confirma cinco pautas:

1. El hecho de patentar es un fenómeno reciente, y lo es más aún en el mercado mundial de referencia, que es el norteamericano. Antes de 1990 tan

solo esporádicamente hubo patentes solicitadas por o con la participación de universidades españolas.

2. Las universidades que más patentan tienen la característica de contar con estructuras ágiles y complejas de conexión con la actividad económica que van más allá de abrir su OTRI. Han generado estructuras de interconexión tales como parques científicos, unidades de cultura científica, incubadoras, centros de investigación mixtos con la industria, redes colaborativas con la sociedad y *MediaLabs*. Llegar a patentar cuesta mucho dinero en inversiones en instituciones de conexión con la industria y la sociedad.
3. La relación con las empresas es la variable explicativa con mayor significación estadística a la hora de que las universidades soliciten patentes. Esto puede parecerse una tautología o una autoconfirmación esperada; sólo las universidades que ya tienen relaciones con empresas patentan. Pero no es tan evidente. Las universidades españolas no transfieren conocimientos ya patentados, sino que, fruto del intercambio de conocimientos con las empresas, se generan patentes. Es decir, el fenómeno de la transferencia se inicia con el previo del intercambio de conocimiento. Este parece ser el primer paso para conseguir la transferencia futura.
4. El sector industrial cuenta cuando se analizan patentes. La mayor parte de las patentes se centran en el sector químico, enlazado con el bioquímico y

el médico.

5. La segunda variable explicativa de la tendencia a patentar de nuestras universidades es tener conexiones con centros extranjeros de investigación caracterizados por una fuerte acumulación primitiva de conocimiento en sus sistemas de ciencia y tecnología.

El capítulo tercero trata el fenómeno del intercambio y transferencia de conocimiento en los centros públicos de investigación españoles. Para ello se utiliza la encuesta del proyecto EXTRA (EXCelencia científica y TRAnsferencia de conocimiento) desarrollado por el Instituto INGENIO del CSIC y la Universitat Politècnica de Valencia. La encuesta fue respondida por 11.992 investigadores del sector público español. Fue diseñada para averiguar la utilización que se hace de cada uno de los medios y formas de intercambiar conocimientos.

La principal conclusión de esta encuesta es que la cultura del intercambio presenta debilidades. El 68% de los encuestados dice hacer investigación básica-aplicada. Esto quiere decir que no viven en sus “torres de marfil” al margen de los requerimientos de la sociedad. Sin embargo, tienen o dedican muy poco tiempo a buscar la interacción externa (sólo el 5% de su tiempo) y la resolución de problemas prosociales ocupa el tercer lugar en sus objetivos, situándolo por detrás de hacer frente a un reto científico y a la remuneración.

Esto nos conduce a que nuestros investigadores, tomados en conjunto, no tienden a intercambiar conocimiento fuera

del entorno académico. Sólo un 36% declaró incorporar bastantes veces o siempre fuentes de información o ideas procedentes del entorno empresarial y las iniciativas sin ánimo de lucro en el diseño de sus líneas de investigación o en la definición de sus objetivos. Únicamente un 23% admitió hacerlo de manera continuada, y esto a pesar de que casi la mitad valoraron que la interacción les proporcionó nuevos enfoques y perspectivas (el 47%), posibles preguntas de investigación (el 46%) o la comprensión de los retos a los que se enfrentan los actores no académicos (el 45%).

Del estudio se desprende que toda interrelación genera sus conflictos y riesgos. No son pocos los investigadores que, habiendo interactuado, se quejan por haber tenido problemas a la hora de contar con suficiente autonomía para gestionar los plazos en la investigación (35%), negociar los derechos de propiedad (21%) y, sobre todo, solventar trabas burocráticas (65%).

El cuarto capítulo ha tenido por objeto agrupar a las universidades españolas en función de sus capacidades de transferencia y de los nichos en los que se sitúan. El estudio se ha realizado a partir de las variables cuantitativas que ofrece la RedOTRI de la CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas). Esto ha permitido, por una parte, elaborar una clasificación basada en un análisis de agrupamiento de las universidades por la diversidad de los tipos de transferencias, denominada Clasificación AC-DT (Análisis de agrupamiento tipo *Clúster* de las universidades por la Diversidad de los tipos

de Transferencias). Por otra parte, se ha realizado el Índice de Transferencia ICEITRANSF que clasifica a las universidades en función de la diversidad de formas de transferencia que realizan. La selección de universidades objeto del análisis de casos obedece, precisamente, a su posición en la clasificación AC-DT y a los valores que adopta el índice ICEITRANSF.

El quinto capítulo presenta los casos seleccionados. De su estudio se pueden deducir tres tendencias en el intercambio y transferencia del conocimiento:

1. la internacionalización;
2. la mejora en la gobernanza de la institución donde se desarrolla la investigación; y
3. la especialización en función de las ventajas comparativas de índole socioeconómico.

Estas tendencias, a su vez, están ligadas al entorno empresarial, político y social que ofrece la comunidad o ciudad en la que la universidad está situada. Al poner en relación tendencias y entornos, se pone de relieve el problema de las carencias de los grupos para formar lo que consideramos como nuevos tipos de universidad:

1. universidad conectada,
2. universidad ciudadana y
3. universidad *glocal*.

Del estudio de casos, y dada su contrastada representatividad, puede concluirse que la dinámica de la interacción aún no se ha completado para los grupos de investigación de las universidades españolas. Esto está

creando perturbaciones e inestabilidades, pero a la vez han surgido nuevos modelos y opciones de gestión y colaboración ciencia-industria-sociedad que auguran la posibilidad de que la economía española pase a ser de base tecnológica e innovadora a lo largo del próximo decenio.

La irrupción de la COVID-19 en el transcurso de la redacción final de este informe nos ha permitido observar la rápida movilización de los medios de las universidades para transferir conocimientos y paliar carencias. Desde el comienzo, numerosos grupos de investigación de universidades y organismos públicos de investigación han abordado diferentes desafíos científicos y tecnológicos relacionados con la pandemia, además de ayudar a procesar los análisis de las pruebas para la detección de *SARS-Cov-2*. Por último, en los parques científicos y tecnológicos y en los centros polivalentes han sido notables las iniciativas para desarrollar en breve plazo de tiempo prototipos, pequeñas cadenas de producción y aplicaciones informáticas para hacer frente a la situación sobrevenida. Pero, sobre todo, lo que esta crisis ha puesto de manifiesto es la importancia trascendental que tiene contar con una base científica para dar una respuesta política adecuada a los ciudadanos en situaciones de alta incertidumbre, y lo indispensable que va a ser la colaboración de los científicos con los agentes tecnológicos e industriales en la reconstrucción.

Una sociedad culta en ciencia y una universidad capacitada para comunicar y difundir a la ciudadanía la ciencia, facilitan la gestión política de acontecimientos

improbables, como la COVID-19, y son los elementos básicos para que fluya la transferencia mutua de conocimientos.

Bibliografía

CORNELL UNIVERSITY, INSEAD y WIPO (2018) (2019). *GLOBAL INNOVATION INDEX. Creating Healthy Lives—The Future of*

Medical Innovation. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: WIPO
FERRÀS X. (2019). “Tecnonacionalismo y fundamentalismo de mercado”, *XF blog*. Disponible en: <http://xavierferras.blogspot.com/2019/01/tecnonacionalismo-y-fundamentalismo-de.html>

PRIMERA PARTE

EL ENFOQUE



1. Factores determinantes del éxito en los entornos generadores de transferencia de ciencia y tecnología

Isabel Álvarez y Antonio Biurrun (ICEI - UCM)

1.1. Introducción

El éxito de los entornos locales que son favorables a la generación y transferencia de conocimiento en el ámbito de la ciencia y tecnología (en adelante, CyT) no es un aspecto fácilmente explicable, sino que requiere atender a múltiples parámetros, factores facilitadores que están condicionados por las capacidades y la interacción de los agentes que conforman los sistemas locales de innovación y que se conciben dentro de la aproximación conceptual de la triple hélice; esto es, la interacción de las universidades y centros de investigación con los organismos públicos y sector privado (Lundvall, 1988; Nelson, 1993; Etzkowitz y Leydesdorff, 1995; Etzkowitz *et al.*, 2005 y 2018).

La complejidad de elementos que intervienen en las relaciones entre estos agentes hace que la formulación de recomendaciones de política institucional se torne controvertida. Para aproximarse a este fenómeno y extraer pautas para la toma de decisiones en el ámbito de la política universitaria, resulta aconsejable partir del marco teórico y conceptual asociado al concepto de sistema nacional/regional de innovación, así como de la evidencia disponible que definen tanto las experiencias internacionales exitosas

como, igualmente, las que se encuentran en el contexto nacional.

En este capítulo se aborda el análisis de los factores determinantes de éxito de los entornos generadores de transferencia de CyT que se detectan en la literatura existente y en las experiencias tanto de la realidad internacional como del contexto español. Este análisis pretende identificar los elementos comunes a las experiencias exitosas, así como los factores que limitan o frenan la transferencia de conocimiento científico y tecnológico y que aparecen de manera recurrente en los trabajos publicados hasta ahora.

El capítulo, por tanto, se divide en dos secciones. En la primera se estudian los patrones comunes o factores explicativos de casos en el ámbito internacional. El objetivo es mostrar el conjunto de elementos frecuentes en los centros de investigación en diferentes contextos, lo que aporta un tipo de información poco específica pero extrapolable a distintos países, es decir, una base sólida a partir de la cual aterrizar en la realidad concreta del caso español. En la siguiente sección se acota el objeto de estudio para identificar dos factores particulares del escenario español, lo que permitirá comprender mejor la complejidad de los desafíos que el intercambio y

transferencia de conocimientos genera en los entornos locales.

1.2. Factores de éxito en entornos generadores de transferencia de conocimiento en el ámbito internacional

Una línea de investigación en la que se aborda de manera directa la generación de los entornos que facilitan la transferencia de conocimiento científico y tecnológico hacia el sistema productivo y la sociedad es la de los sistemas de innovación. La razón de ser de esta tradición conceptual se encuentra en las diferencias territoriales en cuanto a creación y difusión de conocimiento. Una aproximación adecuada suele ser, por tanto, la que proporciona el análisis a nivel local (regional, en la mayoría de los estudios realizados), y que se propone en la teoría de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), conceptualizados a partir del tipo de actores que participan en esos entornos, tales como los agentes públicos, privados y de las instituciones de educación, que se sitúan en un territorio específico, y que está además dotado de una infraestructura particular. Igualmente, se entienden como subsistemas interactivos de generación y explotación de conocimientos vinculados a sistemas mundiales, nacionales y otros sistemas regionales de comercialización de nuevos conocimientos más amplios, e incluso han llegado a entenderse como una combinación de clústeres industriales rodeados de organizaciones de apoyo a la innovación.

Asumiendo la diferente naturaleza y función de los agentes que integran los entornos o sistemas locales, son fundamentalmente las universidades y centros de investigación a quienes corresponde la realización de actividades de investigación de carácter básico, entendida este tipo de investigación como aquel que se guía por la actitud de búsqueda del conocimiento con amplias miras (*curiosity driven science* o *bleu sky science* en términos anglosajones) y grandes objetivos de investigación que implican a todos los agentes sociales (*moonshot approach* en términos anglosajones) (MOIIS COMMISSION, 2019). Este tipo o perspectiva del conocimiento es imprescindible para hacer prosperar tanto el ámbito de la ciencia como el de la tecnología, e igualmente es un recurso fundamental que delimita las posibilidades de innovación y de resolución de problemas en el ámbito productivo y social.

Si se adoptara esta perspectiva, entre los factores más relevantes a la hora de lograr que la transferencia de CyT sea exitosa en el contexto local, se detecta el papel clave que desempeñan algunos organismos intermedios, que son los encargados específicamente de la función de transferencia de los resultados de la investigación de las universidades y los organismos de investigación al sector productivo y social. En este sentido, la definición de Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (en adelante, OTRI) que proporciona en España la RedOTRI —organismo dependiente de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE)— alude a aquella unidad de transferencia de

conocimiento de las universidades y organismos públicos de investigación españoles (en adelante OPI), cuya misión es apoyar y promover la producción de conocimiento y su transferencia a las empresas y otros agentes socioeconómicos. De hecho, las OTRI fueron concebidas dentro del Plan Nacional de I+D 1988-1991 como el mecanismo que debía servir de catalizador de las relaciones entre la universidad y la empresa (Giachi, 2017).

Tanto en las universidades como en los OPIs, la OTRI se constituye como el principal interlocutor, ofreciendo servicios de diferente índole, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Facilitar la colaboración entre investigadores y empresas, identificando los expertos más adecuados para atender sus necesidades.
- Promocionar el catálogo de resultados de investigación disponibles para ser transferidos a la sociedad.
- Apoyar el establecimiento de contratos y otras formas de colaboración entre la universidad u OPI y la empresa.
- Ayudar a encontrar fuentes de financiación pública para las actividades de colaboración entre grupos de la universidad u OPI y otras entidades.
- Gestionar las patentes y otras formas de protección de la I+D.
- Asistir en las actividades

encaminadas a la creación de empresas basadas en la explotación del conocimiento generado en la universidad u OPI.

Atendiendo a la evidencia disponible, el tamaño o la preponderancia de la OTRI se considera como un factor positivo para el fomento de la interacción y la transferencia de CyT (Iqbal *et al.*, 2018); no obstante, también debe valorarse una posible influencia negativa, que puede derivarse de aquellos casos en los que la gestión no es eficiente o eficaz. En la misma línea, Jacobson *et al.* (2004) destaca el papel positivo que la existencia de estructuras dedicadas a la transferencia juega en los resultados finales. Para cuantificar la relevancia del papel de la OTRI, sirva como ejemplo un estudio de la Universidad de Ciencias de Agricultura y Medicina Veterinaria de Cluj-Napoca, en Rumanía², en el que se determinó que la aportación de la OTRI al presupuesto de la universidad había sido de un 15%, con unas perspectivas de crecimiento que alcanzaban el 25% (Vac y Fitiu, 2017). Por otra parte, se hace necesario cuantificar y evaluar la transferencia de tecnología llevada a cabo para poder mejorar la política institucional de la universidad (Jacobson *et al.*, 2004).

A este factor se une que también juegan un papel relevante las características de la plantilla de la OTRI, tales como la cantidad de personal contratado, su nivel de formación, su interés en la transferencia de CyT, la diseminación de la cultura de propiedad intelectual o la experiencia previa

² Modelo Steinbeis. Más información en: <https://slideplayer.com/slide/7556282/>

en transferencia (Rosa y Frega, 2017; Kim, 2015). Este último factor resulta fundamental a la hora de explicar el éxito actual de una universidad u OPI en transferencia de CyT y se puede medir mediante el número de contratos firmados o mediante la antigüedad de la OTRI (González-Pernía *et al.*, 2013; Min y Kim, 2014); no obstante, si bien es un buen indicador para ese propósito, no resulta serlo a la hora de medir la comercialización final de la innovación. Sobre esto, Jacobson *et al.* (2004) proponen que un mejor indicador es la contratación de personal con experiencia en transferencia de tecnología, así como la formación de los propios estudiantes de la universidad.

El nivel de apoyo institucional que se presta a la transferencia de CyT, fundamentalmente desde la universidad o desde los OPI (Puerta y Jasso, 2019), puede verse reflejado en distintos ámbitos. Como se observa en Loyola *et al.* (2017), los representantes corporativos de distintos tipos de empresa coinciden en señalar la influencia de las políticas institucionales en los mecanismos de intermediación entre las compañías y las universidades. Este factor puede determinar la decisión de una empresa de llevar a cabo o no una colaboración con un organismo público de investigación o una universidad.

Por su parte, cabe mencionar la estructura de incentivos en el sistema de investigación que determina las preferencias del personal investigador en función de los méritos evaluables para la promoción en las carreras profesionales y hasta qué punto se integran los incentivos relacionados con la

transferencia. Algunos estudios (Rosa y Frega, 2017) confirman la efectividad de los incentivos de naturaleza económica, tales como retribuciones y provisión de recursos de investigación, así como los relacionados con el prestigio académico y con la protección de propiedad intelectual. De hecho, en algunos estudios se muestra que estos últimos son los más efectivos a la hora de promover la transferencia de CyT desde los investigadores (Kim, 2015). Por tanto, el establecimiento de unas pautas claras de incentivos de tipo laboral (ascensos) y de propiedad intelectual pueden generar impactos positivos sobre la transferencia.

No menos importante es el aspecto financiero. En este sentido, podemos diferenciar al menos entre dos posibilidades: por un lado, el de la financiación externa a la organización de investigación, universidad/OPI; y, por otro, aquél en el que el origen se encuentra en la propia universidad u OPI.

En cuanto a la financiación de origen externo, se puede distinguir, a su vez, entre aquella procedente del sector público y aquella procedente del sector privado. El gasto gubernamental en I+D+i en la región se constituye, por lo tanto, como indicador de transferencia de CyT adecuado, frente a otros que son más intuitivos, tales como el de la intensidad tecnológica o la intensidad en I+D de la economía regional (Barjak y Es-Sadki, 2016). Algunos estudios han demostrado una relación clara entre el uso de instrumentos internos de financiación complementaria, tales como el de Proof of concept (POCs) y la University Oriented Seed Funds (USFs), y el éxito en transferencia de

CyT de las OTRI (Munari *et al.*, 2018). La financiación privada tiene un papel fundamental en la contratación de estudios y asistencia técnica que conducen a la transferencia, lo que justifica el hecho de avanzar en la comprensión de los factores favorables y los obstáculos a la transferencia. Además, en ambos casos el fenómeno se presenta como limitante y no precisamente como catalizador, dado que es más numerosa la evidencia que demuestra la existencia de barreras, tales como sesgos de investigación y de orientación interesada de la actividad investigadora, que la que muestra la financiación como un elemento potenciador y favorable para la transferencia de conocimiento a la sociedad. No ocurre así con la financiación interna, en la que, como se ha comentado anteriormente, destaca el papel de los incentivos monetarios que se conceden desde la universidad a los investigadores para estimular la transferencia de CyT (Rosa y Frega, 2017). Jacobson *et al.* (2004) insistían en la relevancia de la financiación interna y la diferencia entre costes de transferencia de conocimiento directos (elaboración de papers, organización de eventos, etc.) e indirectos (relacionados con la investigación).

Otro factor que actúa más como barrera que como incentivo a la hora de llevar a cabo colaboraciones y contratos entre OTRI y empresas es el de la burocracia, cuya complejidad, tanto en lo referido a los mecanismos de intermediación como a las cuestiones legales relacionadas, puede resultar determinante (Loyola *et al.* 2017). Resolver esto implicaría una acción

coordinada para agilizar el proceso, en la que confluyeran tanto las OTRI como las políticas gubernamentales. Se ha llegado incluso a proponer la vía de la liberalización de los contratos individuales entre empresa e investigador como solución al problema burocrático (Fassio *et al.*, 2018).

Con todo lo anterior, cabe reseñar, entre los factores de éxito de la transferencia de conocimiento de CyT, la existencia y promoción de la cultura organizacional, que permitiría asentar una base sólida sobre la que apoyar la transferencia de CyT. De ahí que se hayan analizado diferentes modelos en el contexto de Estados Unidos en función del papel de la cultura organizacional, claramente vinculada al apoyo y alineamiento institucional que se realiza desde la propia universidad a favor de la transferencia y que se vislumbra en aspectos tan básicos como la calidad de la información pública en la página web de la OTRI (York y Ahn, 2012). Entendida en su sentido más amplio, la cultura organizacional se constituiría en la columna vertebral del modelo de universidad, por lo que su orientación hacia la transferencia es vital. En este sentido, en el estudio de Rosa y Frega, (2017) se muestra que la promoción de la cultura de propiedad intelectual puede resultar un elemento facilitador de la transferencia, al igual que lo es la toma de conciencia por parte de los investigadores acerca de la importancia de proteger los descubrimientos. La inacción desde las políticas internas del centro de investigación en este ámbito se muestra como un limitante directo de la transferencia de CyT. En sentido positivo, algunas medidas que se pueden tomar para el fomento de la cultura

de la propiedad intelectual en las universidades están relacionadas con la protección de derechos de autor de todo tipo (revistas, libros, periódicos etc.) pero también con la protección de derechos patrimoniales de los investigadores, así como la protección de las instituciones propias de la universidad, e.g. símbolos, elementos arquitectónicos, museos y colecciones, productos y procedimientos (patentes, marcas, modelos de utilidad, diseños industriales, variedades vegetales, etc.), expresiones artísticas, editorial, bibliotecas, conferencias o software.

Por su parte, el número de licencias de patentes es uno de los indicadores más aceptados como medida de la transferencia de CyT, dado que refleja una transmisión directa del conocimiento generado en el centro de investigación hacia el sector productivo. Además, la licencia de patente implica la intención de la empresa de introducir ese producto o servicio al mercado, por lo que es un indicador completo de transferencia (González-Pernía *et al.*, 2013). De ahí que la gestión de patentes sea, por definición, un aspecto fundamental en la transferencia de CyT, como así se demuestra en el trabajo de Lee *et al.* (2018), quienes afirman la efectividad de un modelo de predicción del éxito en transferencia de CyT sobre la base tanto de características técnicas (cualitativas) como de aspectos cuantitativos de las patentes solicitadas en la Oficina de Patentes de Corea, resultando más robusto y efectivo que modelos anteriores basados exclusivamente en factores cuantitativos. A ello se suma la opción de externalización del proceso de solicitud de patentes como

elemento facilitador de la tarea de la OTRI, lo que alivia la carga de trabajo de la oficina, cediendo la gestión a una empresa externa especializada (Rosa y Frega, 2017).

El estímulo basado en demandas específicas por parte de la industria constituiría un modelo *bottom-up* que igualmente puede estimular la transferencia desde las universidades y los centros de investigación. A este respecto, cabe mencionar ejemplos concretos en los que o bien se atienden necesidades tecnológicas de industrias o bien de pequeñas y medianas empresas (véase Martins *et al.*, 2016, para el caso de Brasil), al igual que la relevancia de la instauración de un modelo de cultura de innovación, abierta por parte del Gobierno de la región, que generó un importante incremento de la transferencia de CyT entre las universidades y empresas locales y la creación de cientos de empleos altamente cualificados en nuevas empresas de alta tecnología, lo que puede ser precursor de una creciente transferencia (véase Matulova *et al.*, 2015, para el caso de la República Checa).

Por otro lado, el contexto regional es un factor controvertido. Mientras que en el trabajo de Barjak y Es-Sadki (2016), que analizan 200 instituciones de investigación europeas, la inversión gubernamental en I+D en la región aparece como determinante, el capital riesgo disponible en la región no parece serlo. En algunos casos, la eficiencia de la financiación pública a nivel regional puede resultar muy importante para algunas fases o etapas específicas de la generación de entornos innovadores, funcionando, por ejemplo, como semilla de

las *spin-offs* de origen universitario (Bock *et al.*, 2018). Por su parte, en el caso de las regiones españolas, sí que resulta significativo a la hora de explicar tanto el éxito o fracaso de la creación de *spin-offs*, así como los ingresos por licencia en universidades (González-Pernía *et al.*, 2013). En otros estudios (Acosta *et al.*, 2012), el contexto regional, aproximado por el nivel de desarrollo, el potencial industrial y el gasto en I+D, no resulta ser un determinante significativo de la calidad de las patentes universitarias europeas.

Estos resultados tan dispares pueden explicarse a través de las diferencias en el objeto de estudio y, en particular, de la peculiaridad de los sistemas de I+D de cada país, lo que explicaría por qué en algunos casos el contexto regional es determinante y en otros no es así. A este respecto, la existencia de un parque científico aparece como variable clave en los contextos locales, dado que estas organizaciones tienen como objetivo la creación de un entorno físico en el que se propicie la interacción de universidades, OTRI y empresas (Caldera y Debande, 2010). Esto se debe a la valorización directa de la investigación realizada en la universidad mediante la reducción de los costes de transformación de descubrimientos científicos en productos o servicios comercializables.

La OCDE en su informe de 2007 titulado *Higher Education and Regions Globally Competitive, Locally Engaged* (OCDE, 2007) ya destacaba el papel clave de las empresas que desde finales del siglo XX estaban surgiendo como consecuencia de procesos de creación de *spin-offs* académicas,

argumentando que era preciso difundir la cultura de la iniciativa empresarial y la voluntad de cooperar con la industria. El informe también destacaba la importancia de la creación de fondos regionales para la investigación pre-competitiva, así como la inclusión de asociaciones con empresas en los primeros pasos de la confección de planes de I+D, lo que había fortalecido el potencial innovador de la investigación académica, tal y como señalan los modelos interactivos de la teoría del cambio tecnológico. De ahí que pueda afirmarse que parece necesario fomentar, tanto desde los Gobiernos como desde las universidades, la formación de empresas del tipo *spin-off*, *spin-out* o *start-up*, habida cuenta del papel que juegan en la transferencia de CyT.

Así se corrobora en Festel (2013), estudio que analiza el rol que juegan las *spin-offs* académicas, las *spin-outs* corporativas y las *start-ups* internas. El primer tipo, la *spin-off*, hace referencia a las empresas de nueva creación basadas en los resultados de investigación de un grupo de académicos. El segundo tipo, la *spin-out*, se centra en empresas nacidas en departamentos consolidados de empresas. El tercer tipo, *start-up*, pone el foco en empresas formadas de forma interna en compañías de I+D, que sirven de canalización de la I+D de la empresa hacia unidades de negocio. En el trabajo de Karnani (2013) se explicita que estas unidades utilizan tanto el conocimiento tácito como los resultados de la investigación universitaria, lo que lleva a concluir que resultan beneficiosas para la transferencia, principalmente por su propia interacción, y que se precisa de un mayor estudio e inclusión en las políticas públicas e

instrumentos de promoción de la universidad.

1.3. Factores determinantes del éxito en los entornos generadores de intercambio y transferencia de conocimiento en ciencia y tecnología: el caso español

La revisión de la evidencia disponible sobre los casos españoles permite observar la existencia de recurrencias o conjunto de coincidencias entre los factores determinantes del intercambio y la transferencia de CyT, e igualmente lleva a reseñar la presencia de algunas diferencias respecto a los factores que emergen de la literatura internacional. Respecto a las coincidencias cabe subrayar que, si bien éstas se dan en aquéllos que son más recurrentes en la evidencia construida sobre el contexto internacional se muestran ciertos matices o pequeñas diferencias, lo que contribuye a entender mejor las características concretas en el modo de realizar el intercambio y la transferencia de conocimientos en España.

Un primer aspecto a destacar es la relevancia que se le confiere al papel de las OTRI, muy recurrente en los trabajos españoles y que se subraya desde perspectivas diversas. Las OTRI se conciben como organizaciones participantes en los ecosistemas regionales de emprendimiento y, a su vez, como elemento esencial para explicar la calidad del sistema regional de transferencia, tal como se demuestra en el estudio de Fuster *et al.* (2018) referente a

Andalucía. También se ha subrayado la relación existente entre las características específicas de las OTRI y sus efectos en la calidad de las patentes, entendiéndose éste como un indicador directo de la transferencia de CyT (Acosta *et al.*, 2012). Por otra parte, en el estudio de Caldera y Debande (2010), se revela que características de las OTRI, tales como la claridad y concisión de las políticas y procedimientos, así como el tamaño y experiencia de la oficina, pueden concebirse como factores condicionantes de la cantidad de contratos de colaboración en investigación, pero no resultan ser determinantes del número de licencias de patentes ni de la creación de *spin-offs*.

En relación con esto último, un elemento recurrente en los análisis sobre el caso español, y coincidente con la evidencia empírica a nivel internacional es, como se ha mencionado anteriormente, el desempeño y formación del capital humano de la OTRI, sobre el que se alude la relevancia de la experiencia del personal empleado en la OTRI (González- Pernía *et al.*, 2013; Caldera y Debande, 2010). Un aspecto a reseñar es que el incremento de la complejidad del sistema nacional de ciencia y tecnología hace más que necesario contar con una mayor profesionalización de las personas dedicadas a la transferencia de conocimiento, lo que se justifica y reclama en el trabajo de Rodríguez-Pomeda y Casani (2007). De hecho, entre las propuestas concretas para mejorar el capital humano se encuentra el fomento de la formación de personal especializado en técnicas y metodologías relacionadas con la transferencia de tecnología, e incluso la

implicación de las empresas en el diseño curricular y la colaboración en la docencia, tal como se sugiere en el informe FECYT (2005).

El apoyo institucional desde la universidad ha sido tradicionalmente una constante en la promoción de la transferencia de resultados de investigación. Existe, de hecho, un consenso bastante generalizado en la actualidad, acerca de la reorientación de la institución para garantizar la coexistencia de la investigación básica y la investigación orientada, lo que responde a una dinámica de interacción y no sólo lineal, (Hidalgo, 2006). Esto llevó a un cambio de la legislación directamente relacionada con la actividad investigadora en España que permitiera incentivar aún más la transferencia (Rodríguez-Pomeda y Casani, 2007). De hecho, hace ya más de una década que en el informe de FECYT (2005) llegó a remarcarse la “urgente necesidad de un cambio cultural en las universidades, que acompañe la transformación hacia un nuevo sistema de gobierno de las instituciones de investigación pública.” Este mismo informe subraya la importancia de la libertad de investigación y del mérito científico como incentivo para los investigadores en el ámbito nacional, pero deja atrás el valor de la interacción con la empresa y la sociedad. Al tiempo, a partir del trabajo de Caldera y Debande (2010) se deduce que el diseño de los incentivos y una distribución de riesgos entre las partes pasaba a ser un componente clave para una estrategia de transferencia eficiente.

La burocracia también se subrayó como problema endógeno en el informe de FECYT

(2005), en el que se hacía referencia concreta a la gestión de las compras y se aludía a la necesidad de simplificar la contabilidad de costes y el control del gasto, que debiera estar más basado en la confianza y la exigencia de responsabilidades que en la fiscalización de las actuaciones. Recientemente hemos asistido, no a la solución de estos problemas de índole contable y de contratación, sino a su recrudecimiento (Rabesandratana, 2018). Desde el informe INAECU (2018) se recomienda la realización de ejercicios orientados a identificar oportunidades e implantar medidas de mejora de la eficiencia organizativa, así como a lograr una mayor coordinación entre las diferentes estructuras dependientes de cada universidad con competencias en transferencia de conocimiento y tecnología. Para Acosta *et al.* (2012), la burocracia es también uno de los factores que puede condicionar negativamente la calidad de las patentes universitarias.

En lo que a la financiación interna se refiere, en numerosos estudios en la literatura sobre España esta aparece como un factor extraordinariamente importante, incluso por delante de la financiación externa. Por ejemplo, en el trabajo de Acosta *et al.* (2012) la financiación interna, desde la universidad, resulta ser un factor fundamental para determinar la localización de las patentes, no siendo así el caso de la financiación regional o el gasto en I+D gubernamental. A este respecto, el informe de COTEC (2003) señalaba la necesidad de configurar estructuras de transferencia claras como vía de recuperación de la inversión ante el sector productivo; en concreto, mediante la

contrapartida económica resultante del traspaso de conocimiento efectuado mediante confidencialidad y secreto, o mediante las fórmulas de patente o de creación de *spin-offs*. En la misma línea, el informe de FECYT (2005) resaltaba la urgencia de una financiación por objetivos que permitiese dotar de políticas de transferencia al sistema, y ponía como ejemplos la protección de la propiedad intelectual, la introducción de capital semilla y la creación de estructuras de *interface*.

España es un ejemplo claro de la heterogeneidad territorial y de la diferente relevancia que tiene el contexto regional en la transferencia de CyT. Aunque el contexto económico regional aparece como significativo, la inversión gubernamental en I+D no resulta ser un elemento determinante en el análisis de González-Pernía *et al.* (2013), al contrario que en el caso europeo previamente referenciado (Barjak y Es-Sadki, 2016). Por otra parte, cabe mencionar algunos factores que se identifican como recurrentes en la evidencia para España, o bien son específicos del caso español y no parecen ser significativos en la literatura internacional o bien lo son en menor medida. Estos se enuncian a continuación:

- En primer lugar, el apoyo a los investigadores emprendedores, que tiene como objetivo el fomento de la creación de empresas de base tecnológica o *spin-offs* (COTEC, 2003), es un aspecto llevado a cabo mediante la institucionalización de incubadoras o parques tecnológicos en el centro de investigación, universidad/OPI (Caldera y

Debande, 2010). Esto ha llevado a remarcar la conveniencia del apoyo de programas específicos de fomento de la creación de *spin-offs*, así como a la necesidad de establecer procedimientos claros para la creación de *start-ups* académicas como mecanismo de mejora de la transferencia de CyT en nuestro país (Hidalgo, 2006; González-Pernía *et al.*, 2013). De especial interés para el contexto español son también los resultados sobre este tipo de emprendimiento del estudio de Fuster *et al.* (2018) basado en la experiencia de Andalucía donde destaca el papel de las *spin-offs* universitarias como promotoras de la transferencia de conocimiento al sector productivo mediante la generación de *spillovers* de conocimiento; tanto de la universidad a la propia *spin-off* como de ésta a otros agentes del sector productivo.

- En segundo lugar, en el contexto español son persistentes las deficiencias en la promoción y comercialización de la tecnología, aspecto que se ha confirmado en los trabajos de Rodríguez-Pomeda & Casani (2007), COTEC (2003) y FECYT (2005). Tampoco se presta la atención necesaria en el sistema a la protección de la propiedad intelectual. De hecho, en diversos estudios se ha venido a proponer con carácter reiterativo la protección de los descubrimientos o el establecimiento de incentivos de naturaleza económica o académica como remuneración a los investigadores (González-Pernía *et al.*, 2013; Hidalgo, 2006), y en estos se coincide al subrayar que la justificación

reside en la necesidad de fomentar la transferencia y conferirle un valor mayor del que recibe actualmente por parte de los investigadores y las instituciones.

- Por último, en la misma línea, un aspecto clave es el de la gestión de patentes en España, habida cuenta de la influencia directa que las patentes tienen en los retornos de la transferencia (González-Pernía *et al.*, 2013). La gestión de patentes facilita a los centros de investigación la protección de sus invenciones y la correspondiente explotación de forma monopolística. Como se señaló hace ya algún tiempo en el informe de COTEC (2003), la gestión de la propiedad intelectual y las patentes, así como la comercialización de la I+D mediante licencias y la cesión de la propiedad intelectual institucional, han sido algunas de las funciones en las que España adolece de un alto nivel de desarrollo, siendo necesario que ocupen

un lugar prioritario en la elaboración de políticas institucionales.

Todas estas carencias revelan que el sistema de ciencia y tecnología español, y en buena parte los regionales, siguen concibiéndose desde la perspectiva de los modelos lineales del cambio tecnológico. Una y otra vez, de manera reiterativa, tanto en el plano de las políticas como en los resultados de los análisis, se vuelve sobre el problema de la propiedad industrial y las patentes, concluyéndose que hay un déficit de esta cultura de la transferencia de ciencia y tecnología en España. Se hace imprescindible, por lo tanto, seguir avanzando en esta perspectiva a todos los niveles, tanto en el de la política pública, nacional y autonómica, como en el plano micro en el que recaen las iniciativas individuales de instituciones que desarrollan un plan de acción para la generación de entornos innovadores.

Bibliografía

- ACOSTA, M.; CORONADO, D.; MARTÍNEZ, M. A. (2012). Spatial differences in the quality of university patenting: Do regions matter? *Research Policy*, 41, 692–703.
- ASHEIM, B., & COENEN, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy*, 34(8), 1173–1190.
- BARJAK, F., ES-SADKI, N. (2016). Influences of the Regional and National Economic Environment on the Technology Transfer Performance of Academic Institutions in Europe. *University Evolution, Entrepreneurial Activity and Regional Competitiveness*, 32, 2017-234.
- BOCK, C.; LANDAU, C.; ORENDT, M. (2018). Are public financing schemes beneficial for university *spin-offs* and the technology transfer of innovations? *International Journal of Innovation Management*, 22 (6), 1-30.
- CALDERA, A.; DEBANDE, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research*

- Policy* 39 (9) 1160- 1173.
- ETZKOWITZ, H., MELLO, J. M. C. AND ALMEIDA, M. (2005). Towards “meta-innovation” in Brazil: the evolution of the incubator and the emergence of a Triple Helix, *Research Policy*, 34 (4), 411–24.
- ETZKOWITZ, H., LEYDESDORFF, L. (1995). The Triple Helix: University–Industry–Government Relations: a Laboratory for Knowledge-Based Economic Development, *EASST Review*, 14, 14–9.
- ETZKOWITZ H. y ZHOU C. (2018): The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation and Entrepreneurship. Routledge, London
- FASSIO, C., GEUNA, A., ROSSI, F. (2019). Which governance of university–industry interactions increase the value of industrial inventions? *Industrial and Corporate Change*, 28 (5), 1227–1256.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) (2005). *Carencias y necesidades del Sistema Español de Ciencia y Tecnología*. Madrid: FECYT.
- FESTEL, G. (2013). Academic *spin-offs*, corporate *spin-outs* and company internal *start-ups* as Technology transfer approach. *Journal of Technology Transfer*, 38 (4), 454-470.
- 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 & Social Change*, 141, 219-231.
- GARCÍA ARANGO, G. A. (2008) La propiedad intelectual en las economías universitarias. *Revista Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, 38 (108), 53-72
- GIACHI, S. (2017). La evolución de la gobernanza de las políticas de innovación en España: el caso de la colaboración entre ciencia e industria. *Política y Gobernanza. Revista de Investigaciones y Análisis Político*, 1, 109-132.
- GONZALEZ-PERNÍA, J.L.; KUECHLE, G.; PEÑA-LEGAZCUE, I. (2013). An Assessment of the determinants of University technology transfer. *Economic Development Quarterly*. 27 (1), 6-17.
- HIDALGO, A. (2006). Mecanismos de transferencia de tecnología y propiedad industrial entre la Universidad, los Organismos Públicos de Investigación y las Empresas, *Colección EOI Tecnología e Innovación*, Madrid: EOI.
- INAECU (2018). Análisis de la actividad de transferencia y transmisión de conocimiento científico-tecnológico de las universidades públicas madrileñas. *Conferencia de Consejos Sociales de la Comunidad de Madrid*, Madrid: CCSCM.
- IQBAL, F., HUNG, P.C., WAHID, F. (2018). A glance at research-driven university's technology transfer office in the UAE. *International*

- Journal of Technology Management*. 78 (1-2), 107-132.
- JACOBSON, N., BUTTERILL, D., GOERING, P. (2004). Organizational Factors that Influence University-Based Researchers' Engagement in Knowledge Transfer Activities, *Science Communication*, 25 (3), 246-259.
- KARNANI, F. (2013). The university's unknown knowledge: tacit knowledge, technology transfer and university *spin-offs* findings from an empirical study based on the theory of Knowledge. *Journal of Technology Transfe*, 38 (3), 235-250.
- KIM, Y.J. (2015). Analysis of the success factors about Technology Transfer of Universities and Public Research Institutions. *Productivity Review*, 29 (1), 269-299.
- LEE, J., KANG, JI-H., JUN, S. (2018). Ensemble Modeling for Sustainable Technology Transfer. *Sustainability*, 10 (7), 2278.
- LOYOLA PROVEDEL, F., WAGNER MAINARDES, E., VENTURIM LASSO, S. (2017). Exploring Challenges in University Technology Transfer in Brazil, *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14 (4), 1-28.
- LUNDEVALL, B. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation, en C. Dosi, R. Freeman, & R. Nelson (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Nueva York: Pinter Publishers.
- MARTINS D., HENRIQUE, P., ZILBER, M.A (2016). Open innovation in perspective the triple helix: observations of the relationship university-company in technology transfer. *Revista Geintec-Gestao Inovação e Tecnologias*, 6 (2), 3209-3225.
- MATULOVA, P., STEMBERKOVA, R., ZDRALEK, P. (2015). Open innovation as an effective way of transfer technology between universities and the sector of commerce. *Information Technology and Society Interaction and Interdependence*, 44, 459-466.
- MOIIS COMMISSION (Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy) (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*. London: UCL Institute for Innovation and Public Purpose (IIPP).
- MIN, J.W., KIM, Y.J. (2014). What affects corporate commercialization of public technology transfer in Korea? *Asian Journal of Technology Innovation*, 22 (2), 302-318.
- MUNARI, F., SOBRERO, M., TOSCHI, L. (2018). The University as a venture capitalist? Gap funding instruments for technology transfer, *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 70-84.
- NELSON, R. (1992). National innovation systems: a retrospective on a study, *Industrial and corporate change*, 1(2), 347-374
- OCDE (2007). *Higher Education and Regions Globally Competitive, Locally Engaged*. Paris: OCDE.

- PUERTA SIERRA, L.m., JASSO VILLAZUL, S.J. (2018) University-industry linkage and technology transfer management. A quantitative study of an entrepreneurial University. *Journal of Management Development*, 37 (7), 573-585.
- RABESANDRATANA, T. (2018). Accounting rules hobble Spanish institutes, *Science*, 359 (6.382), 1315-1316.
- RODRÍGUEZ-POMEDA, J., CASANI, F. (2007). La transferencia de tecnología en España: diagnóstico y perspectivas, en UAM, *Situación en el Sistema Nacional de Innovación*, Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 15-22.
- ROSA, RODRIGO ASSUNÇÃO; FREGA, JOSÉ ROBERTO. (2017). Intervenientes do Processo de Transferência Tecnológica em uma Universidade Pública, *Revista de Administração Contemporânea*, 21 (4), 435-457.
- YORK, A. S.; AHN, M.J. (2012). University technology transfer office success factors. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 11 (1/2), 26-50.
- VAC, CALIN S.; FITIU, AVRAM (2017). Building Sustainable Development through Technology Transfer in a Romanian University, *Sustainability*, 9 (11), 2042-2064.

2. Las patentes universitarias como indicador de transferencia: análisis de la participación de las Universidades en las patentes de España

Isabel Álvarez, Raquel Marín y Lisset Medina (ICEI - UCM)

2.1. 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) y de ahí que resulten ser un indicador idóneo para la aproximación a estos procesos en el caso de las universidades. En este capítulo se realiza un análisis de las patentes, específicamente de aquéllas en las que intervienen las universidades españolas, atendiendo tanto a la distribución geográfica como al campo tecnológico en el que se clasifican, 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 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 de innovación localizados en España. Es más, el análisis de las patentes universitarias permite aproximar el grado de extensión de la cultura de propiedad intelectual e industrial, la cual resulta ser un factor clave en el éxito de la transferencia del conocimiento científico y tecnológico, tal y como se ha señalado en el capítulo anterior.

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, 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 2-g 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, desde el punto de vista del legislador y la sociedad, 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 tecnología en los contextos locales.

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, 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. De ahí que en este plan se planteen como objetivos estratégicos los de favorecer la incorporación y formación de recursos humanos en I+D+i, fortalecer el liderazgo científico y las capacidades de investigación del sistema de I+D+i, activar la inversión privada en I+D+i y la capacitación tecnológica del tejido productivo, así como promover un modelo de I+D+i abierto y responsable, apoyado en la participación de la sociedad y la coordinación de políticas de I+D+i y la financiación a nivel regional, estatal y europeo. No obstante, a nivel territorial, la legislación relacionada con la investigación científica y la innovación tecnológica presenta programas y/o modelos específicos por comunidades

autónomas, teniendo en cuenta las características particulares de cada región.

En este capítulo se analiza el papel de las universidades españolas como agentes claves en la generación de entornos que favorecen la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a través de las patentes. Para este fin, se utiliza la información procedente de la base de datos de patentes, de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), en el periodo 1990-2017, para analizar la distribución geográfica de las patentes universitarias en el contexto español, por comunidades autónomas, así como la configuración de las relaciones entre los distintos socios con los que colaboran las universidades españolas para la generación de patentes, tanto a nivel nacional como internacional.

A esta introducción le sigue, en el segundo epígrafe, una exposición de los antecedentes, o marco de análisis, en el que se realiza una exposición de los principales argumentos que emanan de la revisión de la literatura empírica sobre los vínculos entre la universidad y su entorno, la importancia de las patentes como mecanismos de transferencia de ciencia y tecnología al sector productivo y social, y las relaciones de colaboración nacional e internacional en las que intervienen las universidades que patentan. A continuación, en el epígrafe 3, se describe la base de datos de patentes de la USPTO, el acceso a la información a través de la plataforma *PatentsView*, así como la referencia utilizada para la identificación de los grupos y campos tecnológicos. Posteriormente, en el epígrafe 4 se describe la actividad de patentes de las universidades españolas registrada en la USPTO por grupos

tecnológicos y según la distribución geográfica. En el epígrafe 5 se finaliza presentando, a modo de conclusiones, algunas ideas sobre la importancia de las redes de colaboración y el impacto en el entorno, más aún teniendo en cuenta que el reto de las universidades en la actualidad es contribuir también a la solución de problemas de la sociedad, mejorando las condiciones ambientales, sociales y económicas de los contextos locales y nacionales.

2.2. Antecedentes

2.2.1. *La universidad y su entorno*

La generación de ecosistemas empresariales e innovadores está ligada no solo a la dinámica del sector productivo, sino al hecho de que también las universidades son agentes clave por su papel estratégico en la generación y difusión de conocimiento científico y tecnológico (Carlsson *et al.*, 2002). En ese sentido, la relación de la universidad con su entorno viene dado por el grado de integración en los sistemas de innovación y su capacidad de dinamizar 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. El argumento básico sobre el que se sostiene su formulación es que esta vinculación constituye un factor relevante que hace más probable tanto la generación de conocimiento como 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. 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. A ese respecto, si bien las OTRI (Oficinas de Transferencia de los Resultados de la Investigación) proporcionan información sobre la transferencia de resultados de la investigación de las universidades o incluso son las entidades responsables de la recopilación y generación de información e indicadores, para descender a un mayor nivel de desagregación en el conocimiento del proceso de transferencia de tecnología que tiene lugar en institutos, laboratorios o grupos de investigación, se requiere del análisis de los instrumentos que dinamizan y facilitan la transferencia, tales como los contratos de investigación, actividades de consultoría, licencias, movilidad de recursos humanos, patentes y creación de *spin-off* (COTEC, 2003). De hecho, en el 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.

A su vez, 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 se señala en el Informe de la Comisión Europea *"Boosting Open Innovation and Knowledge Transfer in the European Unión"* (EC, 2014), es creciente la importancia de llevar a cabo acciones que conduzcan al fortalecimiento del 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.

2.2.2. *Las patentes como mecanismo de transferencia*

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. Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI):

...la propiedad intelectual se divide en dos categorías: La propiedad industrial, que abarca las patentes de invención, las marcas, los diseños industriales y las indicaciones geográficas. El derecho de autor, que abarca las obras literarias, las películas, la música, las obras artísticas y los diseños arquitectónicos (OMPI, 2004).

Asimismo, cabe resaltar que existen "vías" alternativas para que los inventores obtengan protección: vía nacional, regional y patentes internacionales -al amparo del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o PCT.

A partir de esta definición 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 *Bayh-Dole Act* (1980) en los Estados Unidos, que se centró principalmente en la enajenación de aquellas invenciones que se derivaban de la investigación realizada con fondos federales en las décadas precedentes.

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 en Estados Unidos a las empresas más grandes del mundo entre 1969 y 1995, siguiendo la clasificación de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO) para analizar la ubicación y dispersión internacional de diferentes tipos de tecnología.

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 de 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)³.

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).

2.2.3. *La colaboración en innovación*

La búsqueda de fuentes de conocimiento, de capacidades, así como de 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

³ Análisis similares que llegan a conclusiones similares son los de Saragossi *et al.* (2003) en el caso de las patentes de las universidades belgas; el trabajo de Balconi *et al.* (2004)

para las patentes académicas italianas y las redes de colaboración de inventores, y el artículo de Baldini, (2006) que ha estudiado las patentes de las universidades danesas.

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) al exponer las tres dimensiones de la globalización de la innovación: la explotación, la colaboración y la generación internacional de tecnología.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (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 *coinvención* de patentes, y los proyectos de investigación científica y tecnológica.

Las universidades pueden fomentar la participación de sus investigadores en la generación de patentes para su comercialización, lo que permite aprovechar al máximo los conocimientos y la

experimentación que se realiza desde la universidad y, además, obtener el correspondiente título de propiedad industrial y su explotación comercial. 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, ya que fomenta la generación de tecnologías que son demasiado complejas como para ser desarrolladas en solitario.

2.3. Metodología

El análisis de patentes que aquí se realiza parte de la información estadística contenida en la base de datos de la USPTO, que recoge la totalidad de solicitudes presentadas con participación de inventores u organizaciones de origen español. La USPTO proporciona información bibliográfica de interés, tales 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, tanto en el contexto nacional, como 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 de patentes es el comprendido entre 1976 y 2017, con el fin de abarcar un periodo de tiempo lo más amplio posible de acuerdo con la información pública disponible. Al realizar la depuración de la base de datos de patentes con participación de inventores u organizaciones españolas, la participación de las universidades en la actividad de patentes viene dada fundamentalmente a partir de los años 90. Por esta razón, la decisión ha sido delimitar este análisis al periodo comprendido entre 1990 y 2017, lo que lleva a trabajar con un total de 462 patentes en las que participa por lo menos una universidad española. Este número no es despreciable si se atiende a que, como confirma el estudio de González *et al.* (2007), en el que se analizó la producción de patentes solicitadas por las universidades españolas ante la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) entre los años 1980 y 2000, es escasa la participación de la universidad en el sistema de patentes nacional y, a su vez, hay una elevada dispersión institucional de las solicitudes; de hecho, la cifra agregada de patentes en la OEPM ascendía a un total de 1.251 patentes por parte de las universidades 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. 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 con 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 corresponden a aquellas patentes que cuentan con 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.

2.4. 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, así como la distribución geográfica de las universidades por comunidades autónomas, y los principales hallazgos sobre el análisis de co-inventión de las patentes universitarias en el ámbito internacional⁴.

El análisis de las solicitudes de patentes en la USPTO en el periodo comprendido entre 1990-2017 revela que 462 patentes contaban con la participación de al menos una universidad española. En el Gráfico 1 puede observarse cómo el indicador muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo y, si bien en los años 90 la participación de las universidades en las patentes era notablemente bajo, es a partir del año 2000 cuando el número de solicitudes aumentó, aunque de forma moderada, habiéndose dado el cambio más marcado en los últimos años del período, con un incremento que permite llegar a los valores más elevados de la serie, entre 2014 y 2017.

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 el que se autorizaba a las universidades a contratar con entidades o con 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 el marco del cual 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. A pesar de 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).

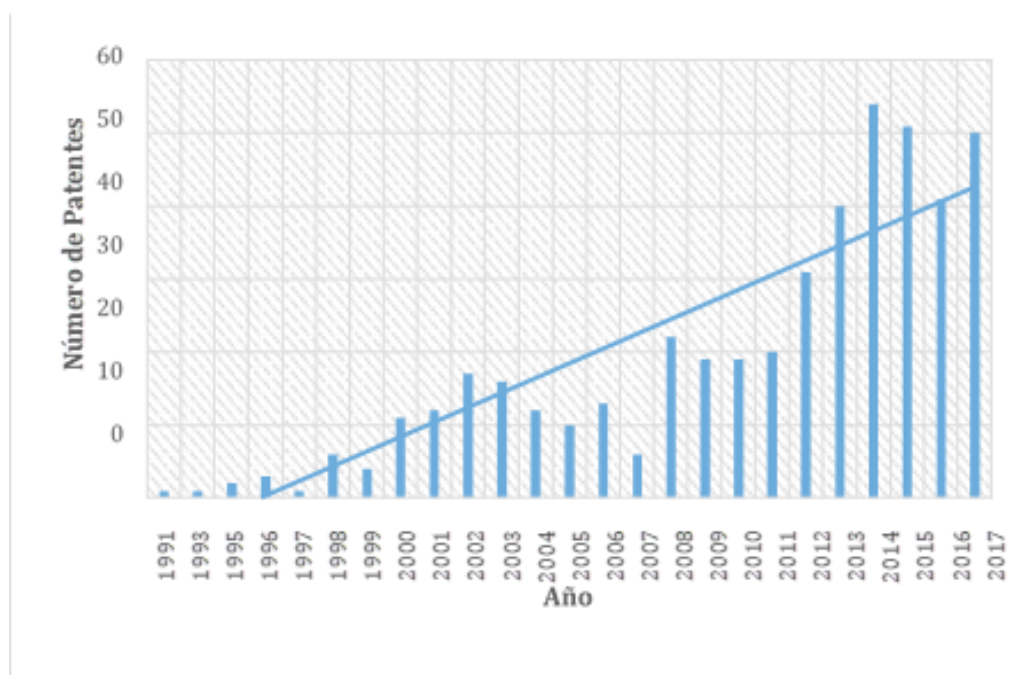
Este aspecto no ha de extrañar si se tienen en cuenta las características estructurales del sistema de innovación español.

Por ejemplo, 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 UE28. Sin embargo, en el apartado de propiedad intelectual, está bien posicionada en el uso de marcas comerciales, aunque presenta una participación mínima en solicitud de patentes (European Commission, 2018).

⁴ Según el informe anual "Datos y Cifras del Sistema Universitario Español" (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016), 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 (Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España, 2016).

Gráfico 1. Evolución de las patentes universitarias españolas, 1990-2017

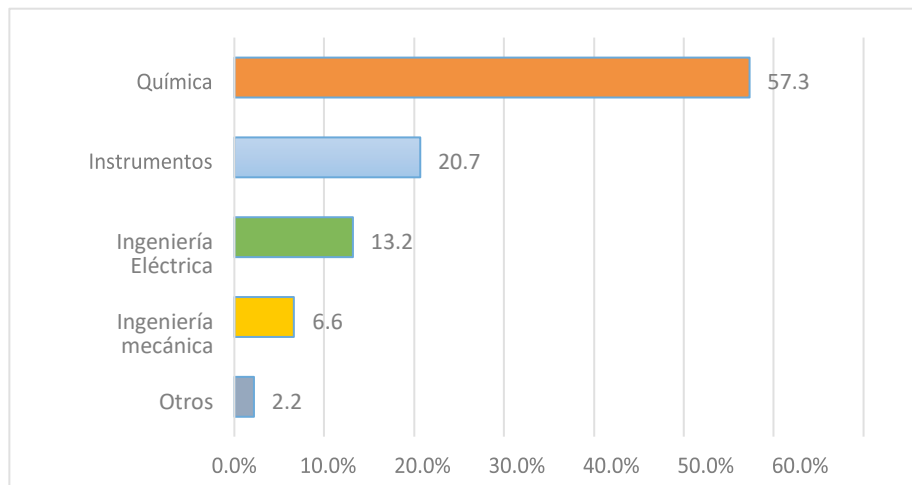


Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

En los Gráficos 2 y 3, se muestra la distribución de las patentes de las universidades españolas, por grupos y por campos tecnológicos, respectivamente. Un aspecto a destacar es la elevada concentración de patentes que aglutina el grupo correspondiente al sector químico, en el que el volumen de solicitudes es extraordinariamente elevado y representa el 57,3% del total de patentes universitarias. Dentro de este grupo predominan los campos tecnológicos de la biotecnología, farmacéutico, la química orgánica, y los materiales químicos básicos. Este resultado no es de extrañar, puesto que la industria química española es el mayor inversor en investigación y desarrollo tecnológico y líder en el establecimiento de acuerdos de colaboración para la investigación. El segundo grupo tecnológico con mayor

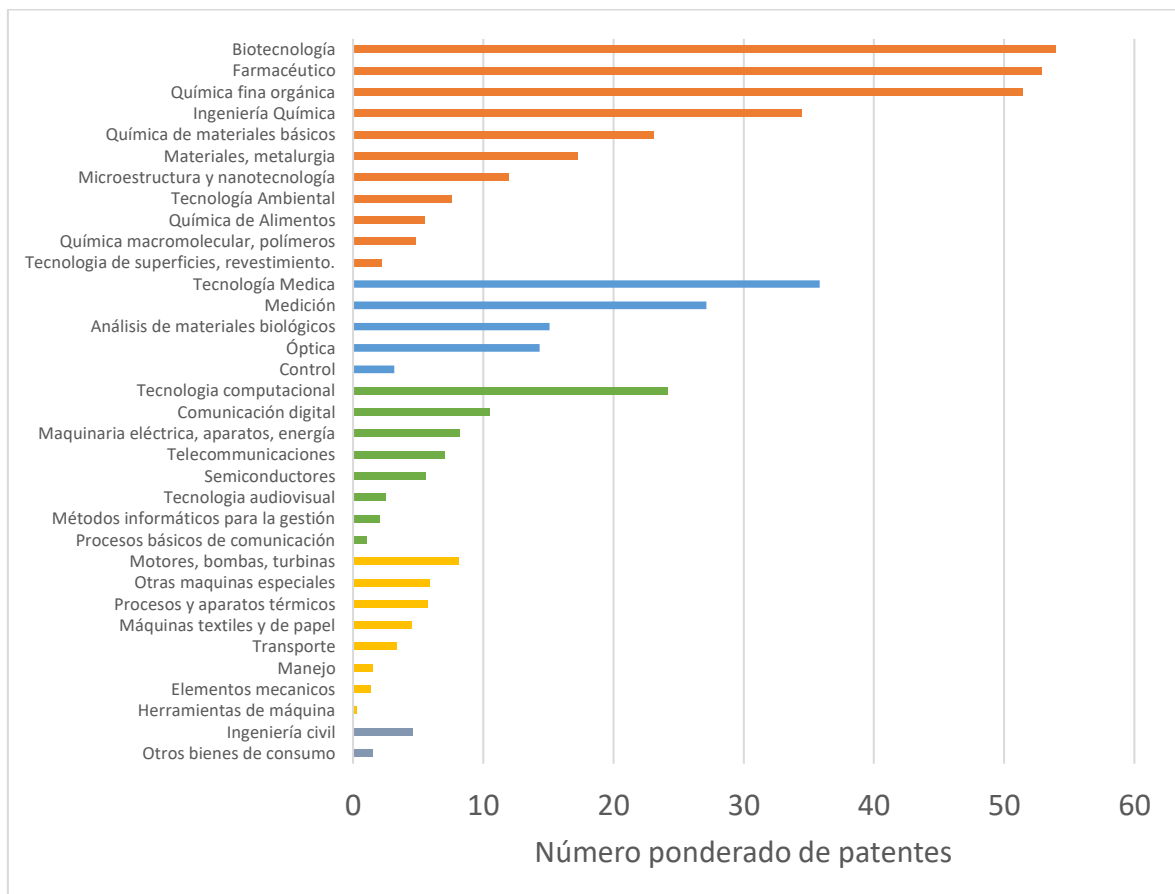
número de solicitudes es el de Instrumentos, en el que se concentra el 20% de las solicitudes de patentes universitarias y, dentro de este grupo sobresalen los campos de tecnología médica, mediciones y análisis de materiales biológicos y, en menor medida, el campo óptico, que cubre todas las partes de 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), tales 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.

Gráfico 2. Patentes universitarias de España, por grupo tecnológico, 1990-2017



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Gráfico 3. Patentes universitarias por campo tecnológico, 1990-2017



*Nota: Los colores corresponden al grupo tecnológico identificado en el Gráfico 2

Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

En este contexto, 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.

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 por lo 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 (Gráfico 4). Le siguen las empresas, que representan cerca del 20%, estando estrechamente relacionada con las actividades de I+D 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 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). No obstante, algunas universidades presentan la titularidad de la patente en solitario, sin colaboración alguna con otros agentes, tales como Universidad Nacional de Educación a Distancia, Universidad de Salamanca, Universidad de Valladolid, Universidad de

las Islas Baleares, Universidad de Zaragoza y Universidad Pontificia Comillas, entre otras.

La regionalización de la producción de patentes de las universidades (Gráfico 5), muestra que el 82% del total de las patentes se concentran en las comunidades de Valencia, Madrid y Andalucía. La primera posición corresponde a la Comunidad Valenciana, con el 47% de participación en patentes universitarias que se concentran principalmente en dos universidades de la región. Las razones de este resultado se encuentran relacionadas con el hecho de que esta comunidad cuenta con el parque científico de la Universidad de Valencia y la denominada “Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI)” que es el Parque Científico de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV); entidades que tienen como objetivo impulsar la transferencia de conocimiento desde la investigación científica hacia el sistema empresarial. Por otro lado, se encuentra también el Instituto de Tecnología Química (ITQ), un centro mixto de investigación de titularidad compartida entre el CSIC y la UPV que centra su actividad en la investigación de las tecnologías químicas. En la actualidad, es reconocido como un caso de éxito, dada su trayectoria y consolidado liderazgo científico a nivel nacional e internacional. 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, que es una fundación creada por la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad Complutense de Madrid para apoyar el emprendimiento científico y tecnológico, y para 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 (CTA), 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.

De la misma forma, en el Gráfico 6 se puede observar que las universidades que se encuentran ubicadas en dichas comunidades autónomas son las que

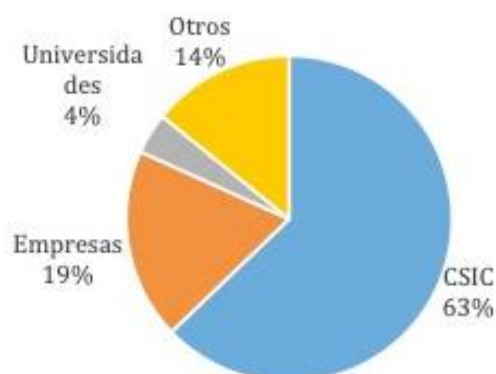
presentan una mayor cantidad de patentes registradas en la USPTO. En primer lugar, se encuentra la Universidad Politécnica de Valencia, con un total de 103 patentes registradas y, en segundo lugar, la Universidad de Sevilla con 44. Le siguen, con 25 patentes, las universidades de Valencia, Zaragoza y 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. Patentes universitarias por CC.AA., 1990-2017



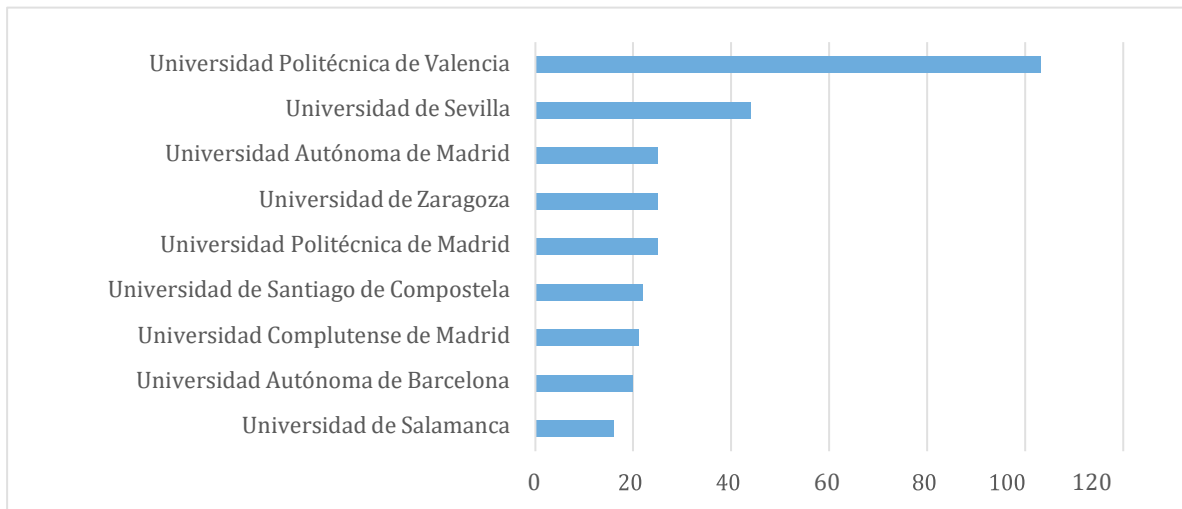
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Gráfico 5. Colaboración en patentes nacionales, 1990-2017



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Gráfico 6. Las diez primeras Universidades según número de patentes, 1990-2017



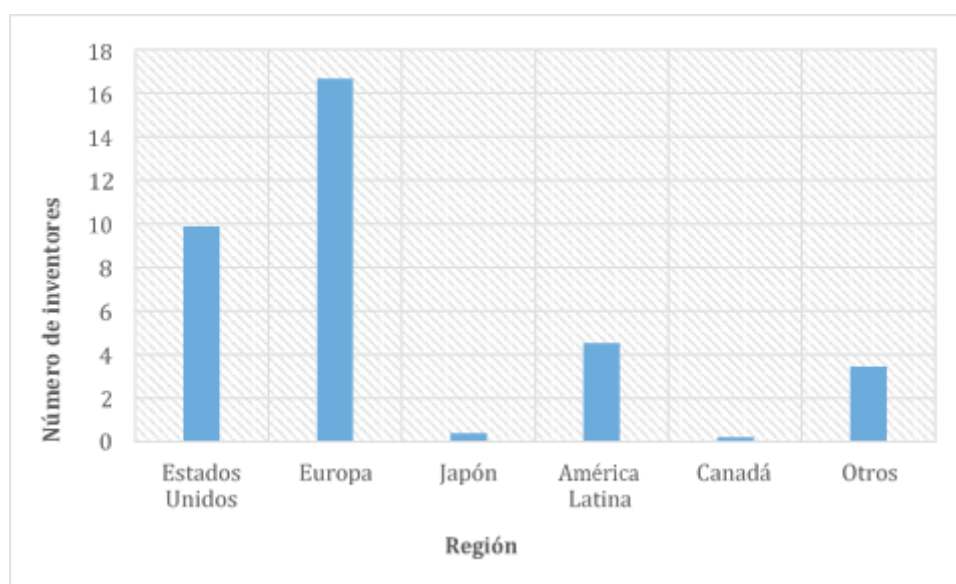
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Aunque el presente capítulo presenta datos de patentes en términos internacionales, también es interesante acercarse a las patentes de las universidades desde el plano nacional. Según un estudio estadístico realizado por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM, 2018) sobre solicitudes de patentes nacionales presentadas o participadas por universidades públicas españolas entre 2005 y 2017, en el que se elaboró un *ranking* de las universidades con el mayor número de solicitudes, destaca en primer lugar la Universidad Politécnica de Madrid, con 583 patentes a nivel nacional, y la Universidad Politécnica de Cataluña, con 434. A estas dos le siguen la Universidad de Sevilla, la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Granada.

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 7, 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, al menos 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.

Gráfico 7. Colaboración internacional en patentes universitarias, 1990-2017



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO.

Las redes de colaboración internacional entre universidades españolas y otros agentes del contexto internacional está enmarcada, principalmente, en la co-inventoría de patentes con participación de empresas y universidades extranjeras⁵. En relación con 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 co-inventoría, 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.

2.5. 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

⁵ A título de ejemplo, en el caso de la Universidad Politécnica de Valencia, se ha trabajado con la Universidad del Sur de Alabama, el Instituto de Investigación sanitaria Germans Trias i Pujol (IGTP), el Instituto Químico de Sarriá, la Asociación Cardio Monde, el Instituto Mexicano del Petróleo, la empresa Pemex Petroquímica, entre otros. En el caso de la Universidad de Sevilla, se ha trabajado conjuntamente con entidades como Flow Focusing, Inc., Georgia Tech Research Corp., Universidad Joseph Fourier, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y

Universiteit Twente. En el caso de la Universidad de Valencia, se ha colaborado con diversidad de entidades para la co-inventoría de una sola patente, como por ejemplo The United States of America Hospital Clinic, Oslo University Hospital HF, British Columbia Cancer Agency Branch, Arizona Board of Regents, Behalf of University of Arizona, University of Rochester, The Board of Regents of the University of Nebraska, Fundación Clinic, Queen Mary y Westfield College University of London, entre otras.

decir, entre diversos agentes del entorno. De aquí la importancia del enfoque KTE (Knowledge Transfer and Exchange) que identifica que el proceso de transferencia como el intercambio de conocimientos en varias direcciones, y no necesariamente desde los centros generadores de conocimiento básico hacia el sector productivo. Esto es especialmente relevante en sistemas como el español, en el que la acumulación de partida de conocimientos patentados en las universidades y OPIs es muy bajo. De ahí que resulte plausible pensar en la necesidad de que los sistemas de innovación establezcan mecanismos de interrelación universidad-empresa cada vez más desarrollados, que permitan obtener resultados, de manera más eficiente, para el desarrollo económico y social. A su vez, la rápida evolución y expansión de las tecnologías digitales demanda que las universidades tengan un amplio conocimiento de los derechos de propiedad intelectual e industrial y asuman un papel de liderazgo en su entorno para establecer infraestructuras apropiadas que faciliten la colaboración y promuevan la transferencia de tecnología. Por su parte, la aceptación generalizada de la creciente importancia que alcanzan los trabajos colaborativos para el intercambio de conocimientos y experiencias lleva a promover las vinculaciones externas de la universidad, con el fin de optimizar la interacción entre el entorno científico y el productivo como un mecanismo adecuado para dar respuesta a las necesidades de desarrollo de la sociedad.

Todo ello lleva a afirmar que el potencial impacto que pueda generar la transferencia de la ciencia y la tecnología en el entorno dependerá, en último término, también de las capacidades de la universidad para generar vinculaciones e intercambios de conocimiento, así como para trabajar articuladamente con diferentes agentes, tanto en el contexto nacional como en el internacional.

El principal reto de la universidad hoy es, por lo tanto, desarrollar la capacidad de adaptarse continuamente a los cambios que se producen en el entorno nacional e internacional. Y, para ello, es necesario apostar por la investigación colaborativa y por profundizar en los mecanismos que faciliten la co-creación de conocimiento con actores no académicos.

Por otro lado, es importante el desarrollo de la cultura emprendedora en el seno de la universidad, un aspecto que se constituiría en factor catalizador esencial para incrementar la interacción entre diferentes agentes y el desarrollo de innovaciones.

Con todo, las relaciones entre universidad y la empresa orientadas a la generación y mejora de los mecanismos de transferencia e intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, se concibe en la actualidad como una relación imprescindible, a lo que se suma la posibilidad de responder adecuadamente a los retos sociales y medioambientales en el marco del desarrollo sostenible.

Bibliografía

- 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. y MICHIE, J. (1995). The Globalization 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. y DEBANDE, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39 (9), 1160-1173. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.016>.
- 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: 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*, 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 2018*. Bruselas: EC.
- FUSTER, E., PADILLA-MELÉNDEZ, A., LOCKETT, N., AND 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*, 141, 219-231.
- GONZALEZ, B., MANGLANO, A., y ZULETA, A. (2007). Patentes domésticas de universidades españolas: análisis bibliométrico. *Revista Española de*

- Documentación Científica*, 30 (1), 61–90.
- GRILICHES, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature* XXVIII, 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.
- LEY DE 24 DE JULIO DE (2015), de Patentes. Jefatura del Estado, *BOE*, 177, de 25 de julio de 2015. Referencia: BOE-A-2015-8328.
- LEY ORGÁNICA DE UNIVERSIDADES (2001). Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Jefatura del Estado, *BOE*, 307, de 24 de diciembre de 2001. Referencia: BOE-A-2001-24515
- MARTINEZ, C. y BARES, L. (2018). The link between technology transfer and international extension of university patents: evidence from Spain. *Science and Public Policy*, (February), 1–16. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy008>.
- 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.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE (2006). *Estadísticas e Informes Universitarios. Datos y Cifras del Sistema Universitario Español*. Curso 2015-2016. Madrid: MECD
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE DE ESPAÑA (2016). Informe anual. Datos y Cifras del Sistema Universitario Español curso 2015-2016. Madrid: MECD.
- 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*, 7, Paris: OECD Publishing.
- OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS (OEPM) (2018). *Informe sobre solicitudes de patentes nacionales presentadas o participadas por universidades públicas españolas entre 2005 y 2017*. Madrid: OEPM
- OMPI (2004). ¿Qué es la propiedad intelectual? *Publicaciones de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*, 450, Ginebra: OMPI.
- 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 (2), 141–156.
- 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*, Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research – World Intellectual Property Office.

3. Análisis de las interacciones del sistema de investigación público español con los agentes sociales: principales resultados del proyecto EXTRA

Elena Castro-Martínez y Pablo D'Este (INGENIO [CSIC-Universitat Politècnica de València]) e Irene Ramos-Vielba (Danish Centre for Studies in Research and Research Policy e INGENIO [CSIC-Universitat Politècnica de València])

3.1. Introducción

Este capítulo presenta los resultados de la encuesta a investigadores del sistema público español realizada en el marco del proyecto de investigación titulado *Excelencia científica y transferencia de conocimiento, ¿van de la mano? Factores organizativos, antecedentes individuales e impacto social*⁶, cuyo objetivo principal era investigar las condiciones que dan lugar a que los científicos realicen investigación de alta calidad científica a la vez que asumen el compromiso de transferir sus conocimientos a otros agentes sociales. La premisa era que una mayor comprensión de las complementariedades entre la excelencia y la transferencia debería mejorar el impacto económico y social de la investigación.

La creciente importancia social del conocimiento generado en las actividades de investigación que llevan a cabo los científicos del sistema público ha llevado a los responsables de las instituciones y de las políticas científicas a incluir esta dimensión

entre las prioridades políticas y, en consecuencia, a requerir que los científicos, además de realizar una investigación de calidad, se impliquen en actividades de intercambio y transferencia de conocimiento con los actores sociales interesados, lo que provoca tensiones entre los diversos objetivos y retos, a veces divergentes; ello ha llevado a la necesidad de estudiar en profundidad los nuevos enfoques del quehacer científico desde diversos puntos de vista.

Las investigaciones sobre los procesos de producción de conocimiento y los de intercambio y transferencia con la sociedad se han orientado a tratar de comprender mejor los diversos factores que les afectan, tanto desde una perspectiva más global (Fernández de Lucio *et al.*, 2011), como de índole más concreta, como por ejemplo, el estudio de las barreras (Bruneel *et al.*, 2010; Tartari *et al.*, 2012) o los factores individuales relativos a los profesores e investigadores (D'Este y Perkmann, 2011; D'Este *et al.*, 2017) que pueden influir en su predisposición a involucrarse, más o menos

⁶ Proyecto EXTRA - Excelencia científica y transferencia de conocimiento (2013-2017). Ref. CSO2013-48053-R, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Programa Estatal de Investigación,

Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad). Más información en: https://www2.ingenio.upv.es/sites/default/files/adjuntos_noticias/informe_encuesta_extra_1.pdf

activamente, en estos procesos. También se han analizado los factores del entorno, especialmente, las políticas y la organización de las entidades en las que desempeñan su labor los investigadores (universidades, centros públicos de investigación) (Jacobson *et al.*, 2004), pues constituyen, junto con el marco legal y las orientaciones de las políticas científicas (Polt *et al.*, 2001), el contexto que determina, en gran medida, el desarrollo de la investigación académica (Abreu *et al.*, 2009). También se estudian, por su influencia en el comportamiento del colectivo, los nuevos enfoques de los sistemas formales de evaluación de los investigadores, en los que se considera que la calidad científica es función tanto de los resultados e impactos científicos como de los sociales (REF, 2011; Molas-Gallart, 2012).

Más recientemente se ha comenzado a estudiar los diferentes tipos de interacciones y de agentes sociales potencialmente beneficiarios de ellas y de sus resultados (Perkman *et al.*, 2013; Olmos Peñuela *et al.*, 2014; Castro-Martínez *et al.*, 2016), ampliando el foco desde los primeros estudios, que básicamente se centraban en los contratos de I+D y la comercialización de patentes, debido, en gran medida, a que los primeros trabajos de política científica en los que se identificó la importancia de la investigación sobre la economía destacaban el crecimiento de las llamadas industrias de alta tecnología (OCDE, 2006).

El marco teórico propuesto en este capítulo incluye tres tipos de factores, interconectados entre sí, que pueden favorecer o dificultar el desarrollo de investigación de alta calidad junto con la

implicación en actividades de intercambio y transferencia cuando los investigadores pretenden compaginar la búsqueda simultánea de impactos científicos y sociales (D'Este *et al.*, 2018):

1. Los factores institucionales y organizativos, tales como la existencia de un clima de apoyo a la interacción universidad-empresa, las infraestructuras de apoyo o la presencia de entornos de investigación interdisciplinarios.
2. Los antecedentes individuales del personal científico, que incluyen su orientación científica, sus motivaciones, su experiencia previa, o las fuentes de información que utilizan.
3. Los mecanismos de interacción con las entidades no académicas, los tipos de beneficiarios principales y los beneficios mutuos de las interacciones.

En este capítulo se describirán los principales resultados obtenidos en la encuesta dirigida a investigadores del sistema público de investigación español, realizada utilizando el marco teórico descrito con anterioridad (D'Este *et al.*, 2018). En el apartado dos se describe la metodología utilizada, básicamente, la encuesta dirigida a investigadores con una probada actividad científica que trabajan en el sistema de investigación público español. En el tres se describen los principales resultados obtenidos, desglosados en la caracterización de la muestra, los tipos de interacciones en las que se han involucrado y los actores sociales, las barreras percibidas

asociadas a las interacciones y los resultados de las interacciones, tanto para los actores sociales como para los propios investigadores. El apartado cuatro resume las principales conclusiones del estudio.

3.2. Metodología

La encuesta estaba dirigida a los investigadores activos en el sistema científico público español (universidades, centros de investigación y hospitales). En ausencia de un registro oficial público disponible con los nombres y datos de contacto, se tomó como población de referencia a los autores con afiliación institucional española que publicaron uno o más artículos en alguna revista científica recogida en la Web of Science (WoS) durante el período de 2012-2014.

Una vez identificados los registros únicos (sin duplicidades), la población de partida ascendía a 64.508 individuos, entre los

cuales se detectaron correos electrónicos no válidos (4.059) y algunos otros casos no elegibles (1.717), principalmente por tratarse de otros tipos de entidades no incluidas en el estudio (como, por ejemplo, universidades privadas, instituciones privadas sin fines de lucro o empresas). El cuestionario se envió a un listado final de 58.752 correos electrónicos.

La tabla 1 recoge información sobre la muestra encuestada (58.752 personas) y la muestra final (57.406), una vez descartadas las respuestas de quienes, después de haber sido identificados en las publicaciones, ya no se encontraban activos en el sistema científico público español en el momento de la encuesta. También se refleja el total de respuestas obtenidas, de las cuales se alcanzaron 11.992 respuestas válidas, lo que supone una tasa de respuesta del 21%, similar a la de otros estudios similares (Bekkers y Bodas Freitas 2008; Abreu y Grinevich 2013; Hughes *et al.* 2016).

Tabla 1. Muestra, respuestas y tasa de respuesta (n y %)

	Total (n)	%
Muestra encuestada	58.752	
Respuestas recibidas	16.711	28
No población objetivo*	1.346	8
Muestra final	57.406	
Respuestas totales**	15.365	27
Respuestas válidas***	11.992	21

* Respuestas excluidas porque se trata de investigadores/as que no se encontraban activos/as en el sistema público español de investigación en el momento de la encuesta (por ejemplo: desempleados, jubilados, emigrados, centros privados).

** Todas las obtenidas

*** Responden a todas las secciones del cuestionario (cubre más del 70% de todas las preguntas del cuestionario).

Al haberse realizado la selección a partir de las publicaciones en revistas indizadas en la WoS, se hubiera podido considerar que había sesgos, especialmente en áreas, como humanidades, en las que se publica preferentemente en otros soportes (monografías o capítulos de libros, por ejemplo) y en revistas no indexadas (Giménez-Toledo *et al.* 2016). Se considera, sin embargo, que la fuente utilizada para identificar la muestra permitió recoger diversidad disciplinar, aunque no sea igual de representativa en todas las disciplinas.

El cuestionario, con 40 preguntas, tiene la siguiente estructura:

- A. Trayectoria profesional (11 preguntas) relativas a su perfil, categoría profesional, área de conocimiento, tipo de institución; experiencia profesional previa, cargos y nº de sexenios obtenidos).
- B. Interacciones externas (9 preguntas) sobre su orientación científica, tipos de actores no académicos con los que se han relacionado, tipo y número de actividades de interacción (formales, informales y de comercialización) realizadas y sobre los resultados de las interacciones y su importancia; dificultades o conflictos a las que han dado lugar las interacciones realizadas.
- C. Desarrollo de la actividad investigadora (6 preguntas): motivaciones, tiempo dedicado a las diferentes actividades; habilidades, fuentes de información, actividades internacionales.
- D. Entorno académico (5 preguntas): tamaño del equipo, disciplinas, importancia de las diferentes

actividades científicas para la institución, satisfacción con los servicios de la institución y obstáculos institucionales para la interacción.

- E. Difusión de la investigación (5 preguntas): actividades, herramientas, uso de redes sociales.
- F. Perfil del entrevistado (4 preguntas): edad, nacionalidad, sexo.

La distribución final del cuestionario se realizó de forma electrónica en el período comprendido entre el 14 de junio y el 31 de julio de 2016. Una vez finalizada la encuesta, tuvo lugar un pormenorizado proceso de tratamiento de la base de datos resultante, incluyendo verificaciones para la detección de posibles errores, el cotejo de respuestas válidas o la codificación de las opciones de preguntas abiertas mediante el establecimiento de categorías y subcategorías específicas. De ese modo, la obtención de la información de modo estandarizado, el procesamiento y validación de los datos permite su comparación, posterior análisis exploratorio y tratamiento estadístico.

3.3. Principales resultados

3.3.1. *Caracterización de la población encuestada*

Partiendo de una población total de 64.508 individuos, se dispuso de una muestra final de 57.406 personas y se obtuvieron 11.992 respuestas válidas, lo que supone una tasa de respuesta del 21%, similar a la de otros estudios de esta naturaleza. La tabla 2 muestra las respuestas válidas por tipo de organización y disciplina científica. Los resultados muestran que las respuestas son

representativas de la población estudiada en ambos aspectos.

Tabla 2. Respuestas válidas por tipo de organización y disciplina científica (n y %)

Disciplina científica	Universidad	Centro de investigación	Hospital	Afiliación múltiple	Total
Química y física	1.298	440	7	49	1.794
Humanidades	571	48	1	9	629
CC de la tierra y medio ambiente	695	414	3	37	1.149
Ciencias sociales	1.977	99	22	38	2.136
Ingenierías	1.560	275	3	29	1.867
Ciencias biológicas	876	399	89	67	1.431
Matemáticas e informática	1.388	63	2	20	1.473
Ciencias médicas	454	73	579	283	1.389
Multidisciplinar	66	23	6	1	96
Total (n)	8.885	1.834	712	533	11.964
Porcentaje (%)	74	15	6	5	100

Valores perdidos: 28.

La presencia de mujeres (37%) y hombres (63%) en la muestra es similar a la del conjunto del sistema público de investigación, porque, según las cifras del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2016), en 2015 las mujeres representaron el 43% de los investigadores en las universidades y centros de investigación de la Administración pública.

Como parte de los antecedentes individuales, en la encuesta se solicitaba que definieran la orientación de su investigación, en términos de investigación básica y aplicada⁷, entendiendo por investigación básica aquellos estudios dirigidos hacia el avance del conocimiento científico en sí mismo y por investigación aplicada los dirigidos hacia la obtención de

conocimiento científico para resolver necesidades específicas (OCDE 2003), ya que estudios previos han mostrado que la orientación de la actividad investigadora afecta a la implicación en actividades de intercambio y transferencia de conocimiento (Abreu y Grinevich 2013).

Si bien una proporción de los encuestados se sitúa en los extremos de la distribución (18% básicos-puros y 14% aplicados-puros), el resto declara diferentes proporciones a lo largo del continuo básico-aplicado. Hay notables diferencias entre áreas, como se aprecia en el Gráfico 1, destacando el área de humanidades por su orientación hacia la investigación básica y las ciencias médicas y las ingenierías hacia la aplicada. En términos generales, en el resto de las áreas más del

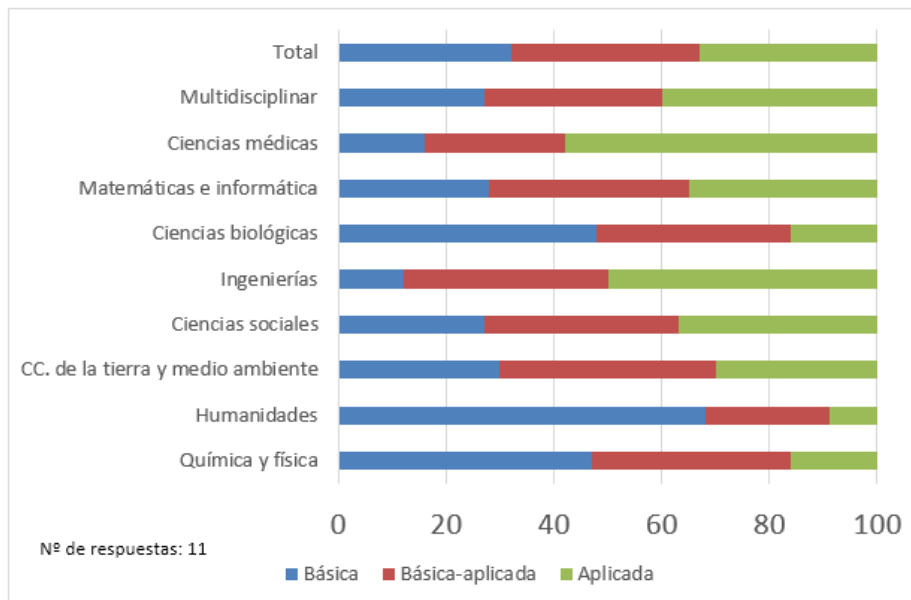
⁷ Se ofreció a los encuestados una escala en la que podían marcar de 0 a 100% respecto a la investigación básica y del

0 al 100% en el eje de la investigación aplicada, de manera que la suma de ambas fuera siempre 100%.

50% realizan mayoritariamente investigación básica-aplicada o aplicada. La distribución de investigadores por tipo de entidad (universidad, centro de investigación, hospital) muestra que en los centros de investigación la investigación básica supera a la aplicada, en las universidades los niveles de básica y aplicada son similares, mientras que quienes trabajan en hospitales y quienes están

afiliados a más de una entidad muestran una orientación mayoritariamente aplicada; a este respecto, es preciso tener en cuenta que el 53% de estos últimos pertenecen a la disciplina de ciencias médicas. Este resultado pone de manifiesto la heterogeneidad del personal científico español en cuanto a la orientación de su investigación.

Gráfico 1. Orientación de la investigación según disciplina científica (%)



Fuente: Encuesta Extra.

Otro aspecto relevante es el análisis de la agenda de los investigadores, es decir, la distribución del tiempo que dedican, de media, a sus diferentes actividades. En conjunto, los encuestados declaran dedicar un 28% a docencia, un 44% a investigación, un 14% a gestión administrativa, un 5% a interacciones externas y un 9% a la captación de recursos. El análisis de la distribución del tiempo por tipo de organización muestra que existen diferencias estadísticamente significativas. Así, en los centros de investigación dedican

más tiempo a investigar (55%), menos tiempo a docencia (12%) y algo más a la captación de recursos (14%). La gestión administrativa ocupa un 16% del tiempo de los investigadores que trabajan en hospitales, 3 puntos más que en los demás casos. Por otro lado, en la universidad dedican un tiempo similar a interacciones con actores no académicos que en los centros de investigación donde se identificó una menor orientación a la investigación aplicada que en las universidades.

En el cuestionario se preguntaba sobre la importancia de una serie de motivaciones para llevar a cabo la actividad investigadora. La tabla 3 muestra el porcentaje de encuestados que asignó bastante o mucha importancia a tales motivaciones, agrupadas en cuatro categorías, como resultado de un análisis factorial que confirma las motivaciones encontradas en la literatura (Lam 2011; D'Este *et al.* 2017). De los resultados se desprende que las motivaciones principales son las relativas al reto científico, mientras que las motivaciones de carácter pro-social tienen un peso similar a las relacionadas con las recompensas y, en último lugar, se situaría

el prestigio obtenido mediante el reconocimiento profesional y social.

A la pregunta “¿En qué medida incorpora información o ideas procedentes del entorno no académico en su actividad científica?”, un 36% declaró incorporar bastantes veces o siempre en el diseño de sus líneas de investigación o en la definición de sus objetivos fuentes de información o ideas procedentes del entorno no académico, mientras que un 23% las tienen en cuenta bastantes veces o siempre en la reformulación de su agenda de investigación.

Tabla 3. Motivaciones para la actividad científica (%) (multirrespuesta)

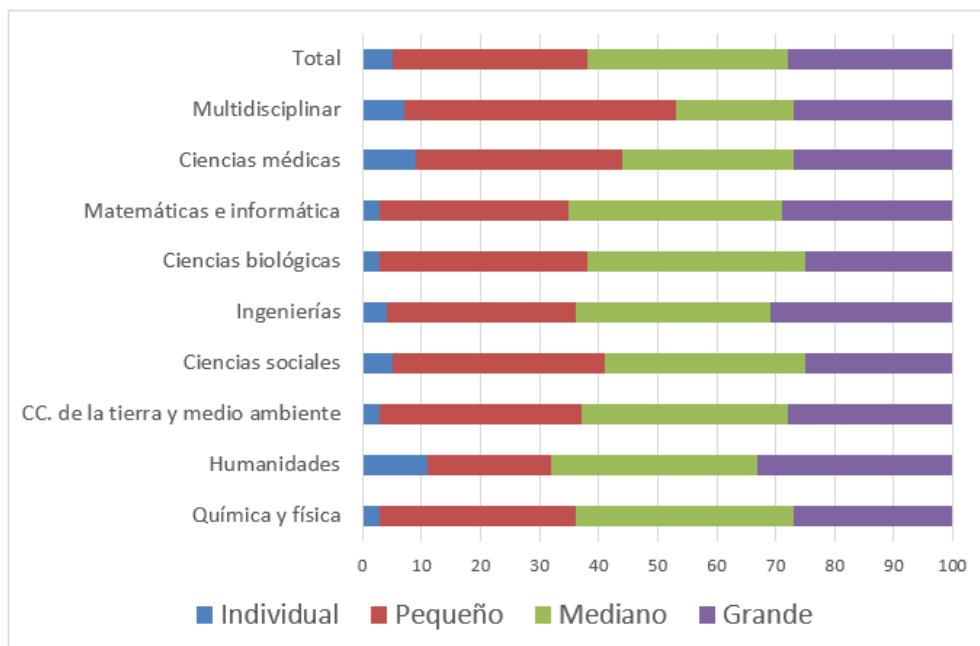
Tipo de motivación		Bastante / muy importante
<i>Reto científico</i>	El grado de satisfacción personal que obtengo de mis actividades académicas y/o de investigación	94
	El desafío intelectual de comprender mejor los problemas a los que me enfrento como investigador/a	91
	El grado de autonomía para desarrollar mi trabajo	88
	Mi contribución al avance del conocimiento en mi disciplina	80
<i>Recompensa</i>	La estabilidad laboral para desarrollar mi actividad	78
	Las oportunidades de mejora en mi carrera profesional	69
	Mis condiciones laborales (retribución y complementos salariales, beneficios sociales)	59
<i>Pro-social</i>	Mi contribución a la resolución de necesidades o desafíos sociales	70
	La generación de respuestas útiles para solventar problemas específicos de terceros	68
	El potencial impacto positivo de mi investigación sobre actores no-académicos	56
<i>Prestigio</i>	El reconocimiento profesional de la comunidad académica en mi especialidad	55
	El reconocimiento profesional entre mis compañeros/as de trabajo	47
	El reconocimiento social obtenido con mi trabajo	38

Varianza total explicada = 68,56%. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

El contexto en el que se desempeña la actividad investigadora determina, en gran medida, el enfoque de la investigación y sus resultados (Heinze *et al.* 2009). En esta encuesta se solicitó que se indicara el número de personas que forman el equipo de investigación del que responde, con el que trabajan habitualmente en el desempeño de su actividad científica. El Gráfico 2 recoge las respuestas agrupadas por tamaño del equipo (individual, pequeño, mediano y grande) y área del conocimiento. La media de miembros de los equipos es de 6,3 y la moda 5. El trabajo individual es muy minoritario, mientras que los equipos pequeños, medianos y grandes tienen un peso similar (alrededor del 30%).

Comparativamente, los porcentajes más altos de trabajo individual tienen lugar en humanidades, área en la que, por otro lado, también se encuentra el mayor porcentaje de equipos grandes, y en las ciencias médicas. Los equipos pequeños tienen mayor presencia entre los investigadores multidisciplinares y de ciencias sociales, mientras que los de tamaño mediano destacan en química y física y en ciencias biológicas. Más de la cuarta parte de los encuestados de todas las áreas trabajan en el marco de grupos de más de 8 miembros, lo que confirma la tendencia analizada en la literatura (Wuchty *et al.* 2007). Existen diferencias estadísticamente significativas entre disciplinas.

Gráfico 2. Tamaño del equipo de investigación, según disciplina científica (%)



Fuente: Encuesta Extra.

Respecto al grado de interdisciplinariedad de los grupos, la tabla 4 muestra que cerca de 4.500 investigadores (37%) trabajan en equipos en los que todos sus miembros

pertenecen a la misma disciplina, que constituyen el grupo mayoritario, especialmente en los hospitales, pero también en las universidades, y un 40% en

equipos con investigadores de tres o más disciplinas, donde destacan los centros de investigación, donde cerca del 50% de los

encuestados dicen trabajar en equipos de 3 o más disciplinas. En todo caso, la media se sitúa en 2,50, la mediana 2 y la moda 1.

Tabla 4. Interdisciplinariedad del equipo de investigación según tipo de organización (%)

Equipo de investigación	1 disciplina	2 disciplinas	3 o más disciplinas	Total (n)
Universidad	38	24	38	8.825
Centro de investigación	31	23	46	1.823
Hospital	51	17	32	697
Afiliación múltiple	32	21	47	530
Total	37	23	40	11.875

Valores perdidos: 117.

En síntesis, la muestra de esta encuesta es representativa de la población estudiada en lo que respecta a disciplina científica y tipo de organización, cuando se toma WoS como población de referencia. A su vez, la presencia de mujeres y hombres en los diferentes grados de categoría profesional presenta una distribución similar a los datos para el conjunto del sistema científico del sector público español.

Los encuestados de todas las disciplinas cubren ampliamente el espectro que va desde la investigación básica hasta la aplicada, lo que refleja diversos grados de consideración del uso potencial de sus investigaciones en su quehacer científico. Las diferencias más acusadas se dan entre los investigadores de ciencias médicas, marcadamente aplicados, y los de humanidades, que declaran el mayor porcentaje de orientación hacia la investigación básica.

Se puede recapitular este apartado remarcando que la dedicación a la actividad

de investigación ocupa el mayor porcentaje de su tiempo, más del 42% en todos los casos, incluidos los profesores de universidad, quienes dedican un 32% de su tiempo a docencia. Se dedica a gestión administrativa prácticamente el triple de tiempo que a interacciones con los actores sociales.

Las principales motivaciones para llevar a cabo la actividad científica son las relacionadas con el reto científico (consideradas cada una de ellas bastante o muy importante por más del 80% de los encuestados), seguidas por las relativas a la recompensa de tipo laboral (motivaciones que alcanzan entre el 59% y el 78%) y el carácter pro-social de la contribución de la investigación (56% al 70%). En último lugar, se situarían las motivaciones relacionadas con el reconocimiento profesional y social (con valores entre 38% y 55%).

El tamaño medio de los equipos de investigación se encuentra entre dos y siete personas, mientras que un 5% de los

investigadores trabajan solos, 11% en el caso de las humanidades. Respecto a la interdisciplinariedad de los equipos de investigación, el 37% trabajan en equipos cuyos miembros pertenecen a la misma disciplina, lo que constituye el grupo mayoritario entre los encuestados.

3.3.2. Tipos de interacciones

Como ya se indicó en la introducción, la literatura que analiza las interacciones entre el sistema público de investigación y la sociedad es muy amplia y aborda diversos aspectos, entre otros, la diversidad de mecanismos de interacción (Meyer-Krahmer y Schmoch 1998; Dutrénit 2010; Landry *et al.* 2010; Perkmann *et al.* 2013; Ramos-Vielba y Fernández-Esquinas 2012) y de actores sociales involucrados (Abreu *et*

al. 2009; Hughes y Kitson 2012; Olmos Peñuela *et al.*, 2014).

En el cuestionario se preguntaba si, a lo largo del período 2013-2015, habían mantenido interacciones relacionadas con su actividad científica con una serie de actores no académicos, distinguiendo tres grandes grupos de actividades presentes en la literatura (Perkmann *et al.* 2013) (ver cuadro 1): a) actividades informales, es decir, que se llevan a cabo sin que medie acuerdo o contrato suscrito institucionalmente; b) actividades formales, es decir, mediando un acuerdo o contrato suscrito por la entidad a la que pertenece el investigador, y c) actividades de comercialización de sus resultados de investigación.

Cuadro 1. Tipos de interacciones externas incluidas en el cuestionario

Informales*	Formales	Comercialización**
1. Asesoramiento externo en respuesta a consultas puntuales	1. Prestación de servicios técnicos o de asesoramiento	1. Licencia de derechos de propiedad intelectual (explotación por terceros)
2. Formación externa en respuesta a peticiones puntuales (sesiones, demostraciones)	2. Investigación contratada por el actor no académico	2. Licencia de patentes (explotación por terceros)
3. Incorporación de actores no académicos en actividades docentes (presentaciones, charlas)	3. Proyectos de investigación conjuntos (sin o con ayuda pública)	3. Licencia de variedades vegetales y de materiales biológicos y otros (explotación por terceros)
4. Inclusión de actores no académicos en el diseño del currículum docente	4. Impartición de formación especializada	4. Licencia de modelos de utilidad (explotación por terceros)
	5. Estancias temporales o prácticas en la organización externa no académica	5. Licencia de <i>know how</i> (secreto industrial)
	6. Acogida de actores no académicos en la institución	6. Creación de una empresa (<i>spin-off</i> , <i>start-up</i>) basada en resultados de investigación (patentes u otros derechos de propiedad intelectual, desarrollo tecnológico)
	7. Realización de productos creativos o culturales (audiovisuales, obras artísticas)	6. Creación de una empresa (<i>spin-off</i> , <i>start-up</i>) basada en el <i>know how</i> del investigador (oferta de servicios profesionales avanzados)
	8. Elaboración de guías, protocolos o normas	
	9. Utilización, alquiler o cesión de instalaciones, equipamiento o materiales	
	10. Ensayos o tests (pruebas de concepto, prototipos)	

* Se consideraron también otras interacciones informales no bilaterales: participación en redes profesionales no exclusivamente académicas (asociaciones, iniciativas mixtas), ponencias en conferencias donde participan actores no académicos, actividades no académicas de difusión de conocimiento (ferias, jornadas, exposiciones), charlas como ponente invitado en escuelas, museos u organizaciones comunitarias.

** En el cuestionario también se preguntaba por el número de títulos de propiedad intelectual e industrial obtenidos por los encuestados en el mismo periodo, que son los antecedentes de las explotaciones comerciales ulteriores.

En la tabla 5 se muestran las respuestas obtenidas para las diferentes disciplinas, agrupadas en los tres grupos descritos en el cuadro 1. Se aprecia que el 80% de los que han respondido declaran mantener relaciones directas no formalizadas institucionalmente y, salvo en el caso de humanidades, más del 50% declaran haber llevado a cabo actividades formalizadas mediante convenio o contrato, porcentaje que llega al 75% en el caso de las ingenierías, mientras que la participación en actividades de comercialización es minoritaria (un 12%

en términos globales) y sólo en las ingenierías alcanza el 19%. Aunque hay diferencias significativas entre las diferentes disciplinas, en conjunto las pautas son similares: todas ellas llevan a cabo en mayor proporción interacciones no formalizadas y la implicación en actividades de comercialización es muy escasa. En definitiva, los investigadores del sistema público español interactúan con los actores sociales mediante una amplia variedad de mecanismos que implican diferente grado de compromiso e implicación.

Tabla 5. Tipos de interacciones externas en 2013-2015 según disciplina científica (% y n) (multirrespuesta)

Disciplina científica	Informales	Formales	Comercialización
Química y física	72	54	14
Humanidades	82	42	12
CC. de la tierra y medio ambiente	85	68	10
Ciencias sociales	85	65	8
Ingenierías	84	75	19
Ciencias biológicas	77	60	11
Matemáticas e informática	72	58	14
Ciencias médicas	84	67	10
Multidisciplinar	85	69	12
Total (%)	80	63	12
Total (n)	11.458	11.050	11.960

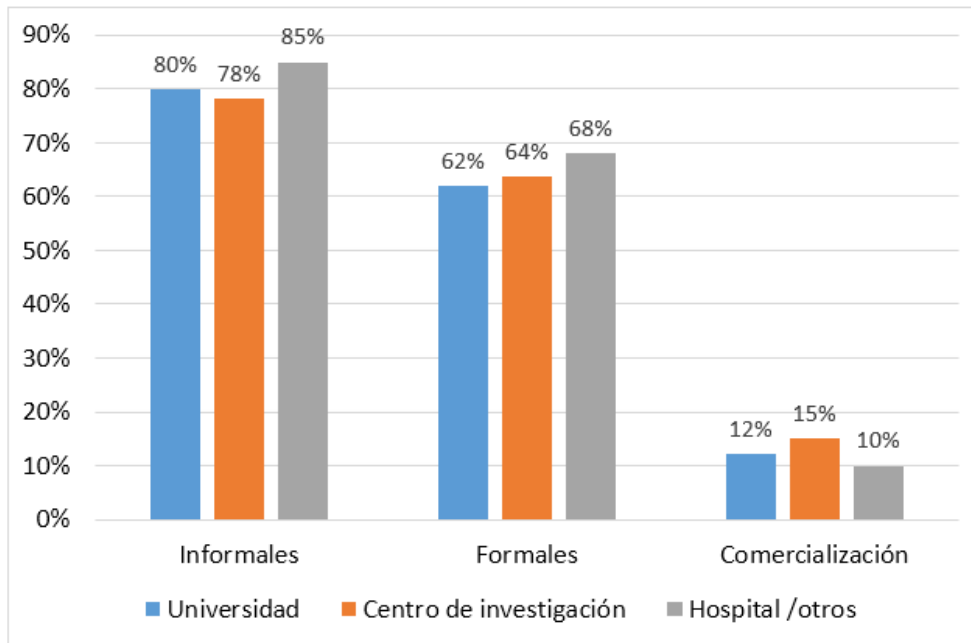
El análisis de los tipos de interacciones por tipo de entidad (Gráfico 3) muestra nuevamente que, a grandes rasgos, las

pautas son parecidas, pero los investigadores de hospitales o con doble afiliación (mayoritariamente del área

biomédica) interactúan en mayor proporción que los de universidades y centros públicos tanto en actividades informales, como en las formalizadas, pero no en el caso de las actividades de

comercialización, donde destacan ligeramente los de centros de investigación. Este resultado corrobora la marcada orientación aplicada de los citados investigadores.

Gráfico 3. Porcentaje de encuestados que declara haber realizado alguna interacción de cada grupo durante el periodo 2013-2015.



Fuente: Encuesta Extra.

Por otro lado, estudios previos sobre las interacciones entre la universidad y los actores no académicos (Molas-Gallart *et al.* 2015; Castro-Martínez *et al.* 2016) han mostrado que estas no solo se producen con empresas, sino también con otros tipos de agentes sociales que precisan de capacidades y conocimientos del ámbito científico para desarrollar sus propias actividades y funciones. En el cuadro 2 se

recoge la variedad de actores no académicos incluidos en el cuestionario para preguntar por los diversos tipos de interacciones formales mantenidas en el período 2013-2015. Como quiera que esta diversidad sólo se preguntaba respecto a las actividades formalizadas, los resultados que se describen a partir de este momento solo se refieren a ellas

Cuadro 2. Actores no académicos incluidos en el cuestionario

1. Pymes (de 1 a 250 trabajadores)
2. Grandes empresas (más de 250 trabajadores)
3. Entidades de la Administración pública*
4. Instituciones privadas sin ánimo de lucro (fundaciones, ONG)
5. Hospitales
6. Asociaciones (p.ej. profesionales, ciudadanas, usuarios, pacientes)
7. Organismos internacionales (p. ej. UNESCO, FAO, Banco Mundial, UE)
8. Otros (especificar)**

* Entidades de la Administración pública: SOLO en calidad de contratantes directos o socios externos en actividades de investigación. No incluye gestiones administrativas ni convocatorias competitivas.

** Esta respuesta fue recodificada y, en la medida de lo posible, asimilada a las categorías precedentes.

El cuestionario recogió una diversidad de interacciones formales, esto es, establecidas mediante un acuerdo o contrato firmado, relacionadas con la actividad científica y detalladas en el cuadro 1, que desarrollaron los encuestados a lo largo del período 2013-2015 con cada uno de los actores no académicos indicados en el cuadro 2. Se ha podido recopilar información sobre una variedad de actores (7 tipos) y de actividades formales (10 diferentes), así como la frecuencia con la que tales interacciones han tenido lugar (entre 1 a 10 veces o más) en los tres años anteriores a la encuesta (2013-2015). Combinando esa información, un 63% de los encuestados desarrolló algún tipo de interacción formal con algún actor no académico en ese período.

En la tabla 6 se indica el porcentaje de investigadores que respondieron haber llevado a cabo alguna de las interacciones

formalizadas que se indican en el periodo considerado. Las tres primeras (consultoría, investigación contratada e investigación conjunta) son, globalmente, las que realiza un mayor porcentaje de encuestados (en torno a un 44%), seguidas por la formación (36%). En los intercambios de personal científico (epígrafes 5 y 6 de la tabla) hay una diversidad apreciable entre áreas (claramente por debajo de la media en humanidades y por encima en ciencias médicas). La elaboración de productos creativos y culturales (epígrafe 7), que en humanidades realiza el 19% de los investigadores, se relaciona en las áreas otras áreas con la creciente participación en iniciativas de fomento de la cultura científica (colecciones de divulgación, exposiciones científicas) (Olmos-Peñuela *et al.* 2014). Ciencias médicas destaca en la elaboración de guías, protocolos o normas (45%), el uso de instalaciones, equipamientos o materiales (23%) y los ensayos (28%).

**Tabla 6. Interacciones formales en 2013-2015 según disciplina científica (% y N)
(multirrespuesta)**

Disciplina científica	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Total (n)
Química y fª	36	38	37	23	9	17	7	12	15	20	1.636
Humanidades	28	20	23	26	9	9	19	16	8	5	551
C. de la tierra medioambiente	52	50	45	41	15	22	14	29	19	20	1.077
C. sociales	48	45	43	46	15	18	13	26	13	11	1.960
Ingenierías	54	57	54	36	14	20	10	20	22	35	1.758
C. biológicas	39	40	41	29	13	21	10	19	17	19	1.292
Matemáticas e informática	37	42	41	27	10	14	7	12	12	20	1.342
C. médicas	42	39	54	53	22	31	15	45	23	28	1.248
Multidisciplinar	44	53	51	42	11	23	15	31	20	23	88
Total	44	43	44	36	14	20	11	22	16	21	10.952

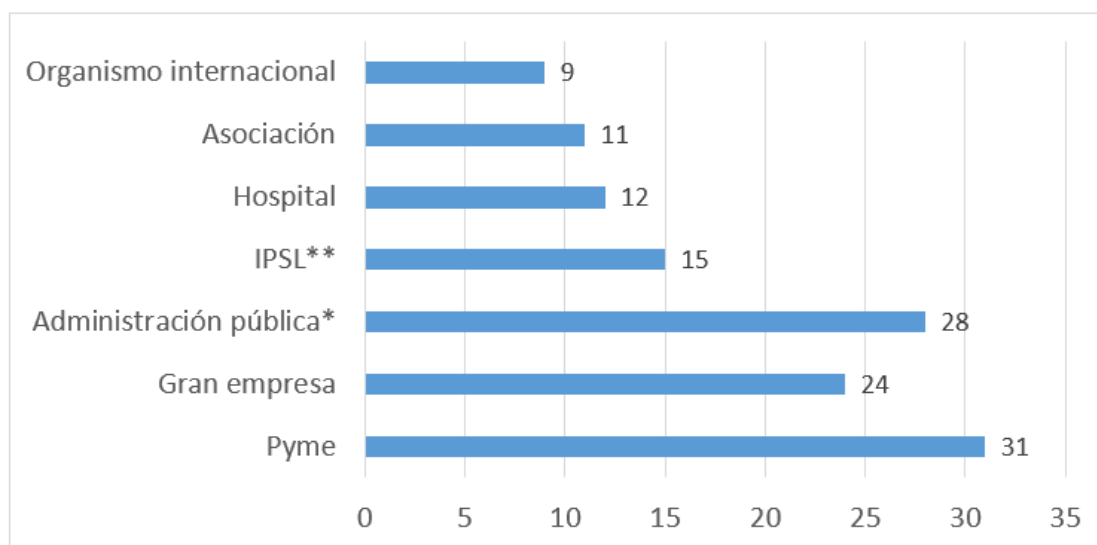
Tipos de interacciones formales: 1. Consultoría; 2. Investigación contratada; 3. Investigación conjunta; 4. Impartición de formación especializada; 5. Estancias temporales o prácticas en una organización no académica; 6. Acogida de actores no académicos; 7. Elaboración de productos creativos o culturales; 8. Elaboración de guías, protocolos o normas; 9. Utilización, alquiler o cesión de instalaciones, equipamiento o materiales; 10. Ensayos o test (p. ej. pruebas de concepto, prototipos)

Valores perdidos = 1.040.

Respecto a la variedad de actores, en el Gráfico 4 se detallan los diversos tipos de actores no académicos con los que se produjo al menos una interacción

formalizada en el período considerado. Conjuntamente, las empresas representan el actor principal (42%), pero no superan a la agrupación de los demás actores.

Gráfico 4. Porcentaje de encuestados que declara haber realizado alguna interacción de cada grupo durante el periodo 2013-2015 por tipo de actor social



* Administración pública = solo en calidad de contratantes directos o socios externos en actividades de investigación. No gestiones administrativas ni convocatorias competitivas.

** IPSL = institución privada sin ánimo de lucro (fundaciones, ONG).

Valores perdidos: 942.

Fuente: Encuesta Extra.

El último grupo de interacciones analizado es el de comercialización. En la tabla 7 se desglosan por disciplinas los tres grupos de mecanismos de comercialización indagados: propiedad intelectual, propiedad industrial y creación de empresas (*spin-off* o *start-up*). Los resultados muestran que la creación de empresas (ya sea basada en resultados de investigación o en el *know how* del equipo) es el tipo de comercialización menos frecuente (3%), lo que concuerda con lo hallado en la literatura, incluso en entidades con un destacado enfoque empresarial, como el Massachusetts Institute of Technology (Agrawal y Henderson 2002).

Por otro lado, la mayor proporción de solicitudes de títulos de propiedad industrial (19%) que de licencias obtenidas (6%) corrobora los resultados de otros informes españoles (CRUE, 2017) y de publicaciones internacionales (Swamidass y Vulasa, 2009), aunque es posible que en un determinado período se licencien títulos de propiedad obtenidos en años anteriores o se licencien a varias entidades o para diversos usos (licencias no exclusivas). También hay diferencias entre solicitudes y licencias de explotación en el caso de la propiedad intelectual (7% registro y 4% licencia), pero menos acusadas.

Tabla 7. Registro* y comercialización en 2013-2015 según disciplina científica (% y n) (multirrespuesta)

Disciplina científica	Propiedad intelectual		Propiedad industrial		Creación de una empresa		Total (n)
	Registro**	Licencia	Registro***	Licencia	Basada en resultados	Basada en <i>know how</i>	
Química y física	4	3	29	10	4	3	1.788
Humanidades*	6	10	1	0	1	1	628
C. de la tierra y medio ambiente	5	3	14	6	2	2	1.149
Ciencias sociales**	6	5	4	1	1	2	2.133
Ingenierías	11	4	36	11	5	4	1.868
Ciencias biológicas	5	3	26	8	2	3	1.429
Matemáticas e informática	13	5	17	5	5	5	1.474
Ciencias médicas	7	5	17	5	2	2	1.392
Multidisciplinar	6	6	18	9	1	0	99
Total	7	4	19	6	3	3	11.960

Registro:

* Se refiere al número de títulos de propiedad intelectual e industrial obtenidos por los encuestados en el mismo periodo, que son los antecedentes de las explotaciones comerciales ulteriores.

** Inscripción de derechos sobre contenidos digitales (programas de ordenador, bases de datos, páginas web) y de otras creaciones (guías, cuestionarios, discos, etc.) en otros soportes.

*** Obtención de patentes, variedades vegetales o modelos de utilidad

Tipos de actividades de comercialización:

Propiedad intelectual: licencia de derechos de propiedad intelectual para su explotación por terceros.

Propiedad industrial: licencia para explotación por terceros de patentes, variedades vegetales, materiales biológicos, modelos de utilidad o *know how*.

Creación de una empresa (*spin-off* o *start-up*): basada en resultados de investigación (patentes u otros derechos de propiedad intelectual, desarrollo tecnológico) o en el *know how* del investigador/a (oferta de servicios profesionales avanzados). Valores perdidos: 32

La tabla 8 distribuye las respuestas por entidad de pertenencia de la persona que responde. Las mayores diferencias se dan en los registros de propiedad industrial, tanto en las solicitudes como en las licencias, donde el porcentaje de los centros de

investigación es bastante superior, a pesar de que el colectivo universitario es mucho más numeroso, no solo en términos generales, sino, sobre todo, en las áreas susceptibles de utilizar estos mecanismos de protección del conocimiento.

Tabla 8. Registro* y comercialización en 2013-2015 según entidad en la que trabaja la persona que responde (% y N) (multirrespuesta)

TIPO DE ENTIDAD	Propiedad intelectual		Propiedad industrial		Creación de una empresa		Total (N)
	Registro	Licencia	Registro	Licencia	Basada en resultados	Basada en <i>know how</i>	
Universidades	8	4	18	5	3	3	8.861
Centros de investigación	6	4	28	11	3	2	1.829
Hospitales	5	4	12	3	1	1	710
Total	7	4	19	6	3	3	11 400

* Ver leyenda en la tabla 9

Nota: Se han eliminado los registros de los investigadores que han declarado afiliación múltiple por no poderse saber a cuál de las entidades aplica la respuesta

El resumen de este apartado es que, aun habiendo diferencias significativas entre áreas del conocimiento y entidades, los profesores e investigadores encuestados interactúan mediante diversos tipos de mecanismos con una variedad de actores sociales. Este resultado sugiere que, para ser verdaderamente eficaces, las políticas y las estrategias orientadas a favorecer las interacciones del personal investigador con los agentes sociales deberían recoger esta diversidad, tanto en lo referente a los mecanismos como a los agentes, porque las condiciones y contextos son muy diferentes.

3.3.1. *Barreras asociadas a las interacciones*

Con independencia de que la persona que responde haya o no interactuado con actores no académicos en el período 2013-2015, se le solicita que indique si, en su opinión, las interacciones con actores no académicos conllevan riesgos, agrupados en dos tipos: los de carácter cognitivo, relacionados con su actividad científica

(Ramos-Vielba *et al.* 2016) y los institucionales, ligados a los procesos administrativos y de gestión de las citadas interacciones.

El resultado del análisis factorial de los riesgos cognitivos permite agruparlos en torno a dos tipos de riesgos principales: la autonomía científica y la credibilidad científica. Los resultados de la encuesta (Tabla 9) muestran que los primeros tienen mayor presencia que los segundos. Estos riesgos son percibidos de forma distinta en función de la experiencia en interactuar mediante cauces formales con actores sociales. En general, quienes no han tenido interacciones formales (primera columna), perciben más la existencia (bastantes veces o siempre) de ambos tipos de riesgos que los que han mantenido interacciones formales. En ese sentido, las diferencias más acusadas, en función de su participación o no en interacciones formales, se encuentran en algunos riesgos relativos a la credibilidad científica (detrimento de las líneas de investigación y descenso del rigor científico de la investigación).

Tabla 9. Riesgos de las interacciones externas (barreras cognitivas) según interacciones formales (% de encuestados que los perciben)

		Interacciones formales		
		No	Sí	Total*
<i>Riesgo para la autonomía científica</i>	Discrepancias relacionadas con el horizonte temporal de la investigación	37	35	36
	Dificultades en la negociación sobre los derechos de propiedad intelectual	23	21	22
	Conflicto de intereses entre actores académicos y no-académicos	16	15	16
<i>Riesgo para la credibilidad científica</i>	Detrimento de las líneas de investigación	17	12	14
	Descenso del rigor científico de la investigación	16	11	13
	Perjuicio en la carrera científica	13	13	13
	Pérdida de prestigio de la actividad científica	9	7	8

Varianza total explicada: 72,9%. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

* La columna de total se refiere a quienes respondieron a la pregunta sobre los riesgos de las interacciones externas (barreras cognitivas) y a la pregunta de las interacciones formales. El número de valores perdidos varía para cada ítem, por lo que los N válidos se sitúan entre 10.573 y 10.764.

Para identificar otras barreras, esta vez de carácter institucional, el cuestionario preguntaba sobre la frecuencia con la que los encuestados se encuentran con determinados riesgos al interactuar con actores no-académicos (Tabla 10). De entrada, la percepción de riesgos institucionales es mayor que la de riesgos cognitivos. Un 40% identifica bastantes

veces o siempre la existencia de este tipo de barreras institucionales. Destaca ampliamente la burocracia y falta de flexibilidad en la gestión como barrera señalada por la mayoría (61%) de los que respondieron a esta pregunta, especialmente, por parte de los que tenían experiencia en interacciones formales.

Tabla 10. Percepción de riesgos de las interacciones externas (barreras institucionales), distinguiendo los que no han mantenido interacciones formales de los que sí lo han hecho (%)

	Bastantes veces / siempre		
	Interacciones formales		
	No	Sí	Total*
Burocracia y falta de flexibilidad en la gestión	55	65	61
Ausencia de procedimientos administrativos claros para la interacción con actores no-académicos	34	41	38
Deficientes capacidades técnicas, negociadoras y de marketing del personal de gestión	32	42	38
Conflictos derivados de las normas y regulaciones de financiación de la investigación	32	41	38
Escasa sensibilidad hacia las interacciones con los actores no-académicos en los sistemas de evaluación vigentes	28	39	35
Falta de apoyo de las oficinas de transferencia para el establecimiento de acuerdos y/o el desarrollo de proyectos	26	33	30
Expectativas no realistas sobre los resultados de la interacción con actores no-académicos	26	30	29
Conflictos en las negociaciones sobre atribuciones de apropiación y pagos de royalties derivados de los derechos de propiedad intelectual generados	17	22	20

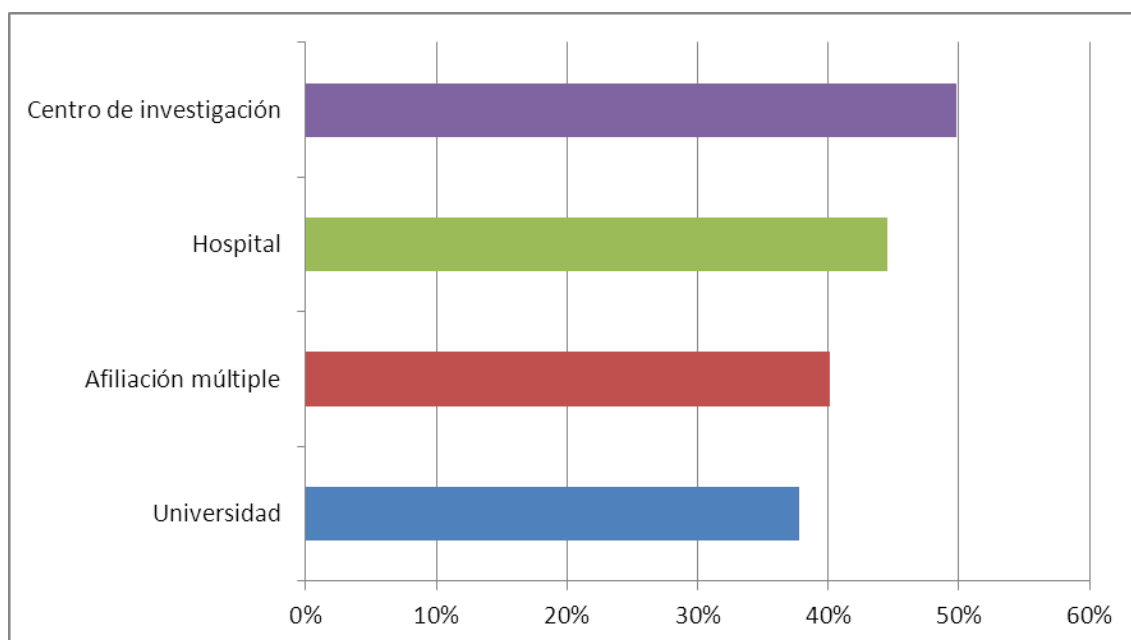
* La columna de total se refiere a quienes respondieron a la pregunta sobre los riesgos de las interacciones externas (barreras institucionales) y a la pregunta de las interacciones formales. El número de valores perdidos varía para cada ítem, por lo que los N válidos se sitúan entre 10353 y 10505.

Se observan, por tanto, diferentes apreciaciones de los riesgos derivados de la interacción cuando se comparan las respuestas de los que han mantenido interacciones formales con las de los que no lo han hecho. Estos últimos perciben en mayor proporción las barreras cognitivas. De manera anticipada, sin haber participado en interacciones formales, prevén dichos riesgos potenciales, lo que, sin embargo, aminora cuando responden los que se enfrentan a tales situaciones en la práctica. Por el contrario, la experiencia de interacción formal intensifica la percepción

de las barreras de carácter institucional, al tener que sortear las dificultades reales que ello entraña.

Con independencia de la participación en interacciones externas, cuando las respuestas sobre las barreras institucionales se distribuyen según el tipo de entidad en la que trabajan (Gráfico 5), se observa que los investigadores de centros de investigación señalan más este tipo de riesgos de las interacciones externas que aquellos afiliados a otras instituciones, especialmente, de los universitarios.

Gráfico 5. Riesgos de las interacciones externas (barreras institucionales) según tipo de organización (% bastantes veces / siempre)



Fuente: Encuesta Extra.

3.3.1. Principales resultados de las interacciones

Se presume que las interacciones con los actores sociales son de utilidad para los agentes involucrados en ellas, dado que dedican a ellas su tiempo y sus recursos. En el cuestionario se indaga sobre los resultados que, a juicio del encuestado, han obtenido los actores no académicos de las interacciones externas en las que participaron. En el caso de las empresas, por ejemplo, es sabido, en términos generales, que las necesidades de nuevo conocimiento son diversas en función del sector al que pertenecen, de sus características y de sus estrategias (Asheim y Coenen 2005), pero, además, no cabe hablar de una única aplicación potencial de los nuevos conocimientos adquiridos a través de este tipo de interacciones, pues en ocasiones se aplican específica y directamente al

desarrollo de productos, servicios o procesos nuevos o mejorados, pero en otros casos influyen de manera más indirecta y menos específica en las acciones del usuario, y, en otros, se utilizan para legitimar y mantener posiciones predeterminadas (Amara *et al.*, 2004).

En la tabla 11 se especifica la valoración, por parte de los encuestados, de diversos resultados de las interacciones externas en las que participaron (informales, formales o comercialización) como bastante o muy importantes para el actor no académico. La primera conclusión es que el porcentaje de investigadores que consideran los resultados de la interacción como bastante o muy importantes para sus contrapartes es bajo, no llega al 35% en ningún caso. En investigaciones anteriores realizadas exclusivamente en el ámbito del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

(CSIC) (Valmaseda-Andia *et al.* 2015), las empresas consultadas valoraron mayoritariamente como bastante o muy beneficiosos los resultados estratégicos obtenidos de sus interacciones con el ámbito científico y, en particular, el fortalecimiento de su prestigio. Las diferencias entre ambos resultados podrían sugerir el interés o necesidad de disponer de mecanismos de retroalimentación o seguimiento de los efectos reales que se

generan las interacciones en los actores sociales involucrados.

La literatura evidencia que también el personal investigador obtiene beneficios de las interacciones, en la medida en que les proporcionan, por ejemplo, preguntas de investigación, un contexto real de exploración, recursos o la posibilidad de aplicar sus resultados (Levin *et al.* 2011).

Tabla 11. Resultados de las interacciones externas de 2013-2015 para los actores no académicos (%) (multirrespuesta)

	Bastante / muy importante
1. Validación científica de ideas, opciones o propuestas de actores no académicos	33
2. Mejor comprensión del entorno en el que operan actores no académicos	30
3. Resolución de problemas técnicos u organizativos de actores no académicos	29
4. Formación y cualificación de personal de actores no académicos	28
5. Desarrollo de nuevos productos o servicios o mejora de los existentes	27
6. Respaldo y legitimidad de las actividades desarrolladas por actores no académicos	26
7. Identificación de nuevas oportunidades de actividad o negocio	24
8. Fortalecimiento de la imagen, la reputación o el prestigio	24
9. Mejoras en las prácticas organizativas o procedimientos de trabajo	21
10. Expansión de redes profesionales	20

En la tabla 12 se refleja el porcentaje de investigadores que valoraron como bastante o muy importante para su investigación diferentes resultados derivados de las interacciones externas (formales, informales o comercialización) que mantuvieron entre 2013 y 2015.

Se puede apreciar que los encuestados otorgan mayor importancia a la identificación de nuevos enfoques y perspectivas (47%), posibles preguntas de investigación (46%) o la comprensión de los retos a los que se enfrentan los actores no académicos (45%).

Tabla 12. Resultados de las interacciones externas de 2013-2015 para su investigación (%) (multirrespuesta)

	Bastante / muy importante
1. Identificación de nuevos enfoques y perspectivas	47
2. Posibles ideas para preguntas de investigación	46
3. Comprensión de los retos a los que se enfrentan los actores no académicos	45
4. Identificación de fuentes de información relevantes para avanzar en mi investigación	41
5. Contraste para validar ideas de interés científico	41
6. Respuestas concretas a problemas de investigación	39
7. Captación de recursos (equipamientos, materiales o financieros)	37
8. Credibilidad y refrendo de autoridad externos	36
9. Reconocimiento social a la investigación que desarrollo	34

En la tabla 13 se presentan los cinco primeros resultados (derivados de las relaciones externas que mantuvieron en 2013-2015) considerados por los investigadores como bastante o muy importantes para su investigación, según disciplinas. Destacan los investigadores que se declaran multidisciplinares en la valoración de tales resultados para su investigación. El principal resultado obtenido de las interacciones (informales,

formales o comercialización) en la mayoría de las disciplinas es la identificación de nuevos enfoques y perspectivas, así como de posibles ideas para nuevas preguntas de investigación, salvo en las áreas de ciencias de la tierra y medio ambiente, ciencias sociales e ingenierías, donde el resultado más destacado es la comprensión de los retos a los que se enfrentan los actores no académicos.

Tabla 13. Resultados de las interacciones externas de 2013-2015 para su propia investigación según disciplina científica (%) (multirrespuesta)

Disciplina científica	Bastante / muy importante				
	1.	2.	3.	4.	5.
Química y física	44	39	41	34	36
Humanidades	49	45	38	45	40
CC. de la tierra y medio ambiente	46	47	50	39	41
Ciencias sociales	49	51	53	48	42
Ingenierías	51	46	54	44	45
Ciencias biológicas	43	43	39	35	34
Matemáticas e informática	47	47	45	41	42
Ciencias médicas	47	49	34	38	42
Multidisciplinar	56	52	44	47	46
Total	47	46	45	41	41

Resultados para su investigación: 1. Identificación de nuevos enfoques y perspectivas; 2. Posibles ideas para preguntas de investigación; 3. Comprensión de los retos a los que se enfrentan los actores no académicos; 4. Identificación de fuentes de información relevantes para avanzar en mi investigación; 5. Validación de ideas de interés científico.

En resumen, de los resultados cabe resaltar dos cosas. Por una parte, es mayor la proporción de encuestados que valoran diferentes resultados obtenidos de las interacciones externas como bastante o muy importantes para su propia investigación que la de quienes perciben posibles resultados como bastante o muy importantes para los actores sociales. Por otra parte, en ambos casos, tanto para los investigadores como para los actores no académicos, aquellos resultados con un componente estratégico parecen valorarse más que los de carácter práctico o los relativos al prestigio.

3.3.2. *Valoración de los servicios de apoyo institucional a las interacciones con actores sociales*

La encuesta indagaba también sobre la valoración que los profesores e

investigadores hacen de los servicios que les ofrece su entidad para llevar a cabo sus interacciones con los agentes sociales. Aunque las diferentes entidades ofrecen muy diversos servicios y los organizan y gestionan de forma bastante diferente, se pudo identificar los cinco grandes grupos de servicios que proporcionan las diversas entidades. En la tabla 14 se muestra el porcentaje de usuarios de los citados servicios que declaraban bastante o mucha satisfacción con cada uno de los tipos de servicios descritos. En primer lugar es preciso matizar que entre 1600 y 2820 encuestados, es decir, entre un 15 y un 25%, declararon no haber utilizado nunca alguno de los servicios descritos, pudiéndose destacar, entre los menos utilizados, el servicio de búsqueda de contactos de actores no académicos (25%), el de información sobre protección de la propiedad industrial o intelectual (24,2%) y

el de información sobre cauces y procesos para el desarrollo de interacciones con actores no académicos 21,8%), mientras que los servicios de apoyo y asesoramiento para la negociación de contratos o acuerdos con actores no académicos, información sobre financiación pública para actividades con actores no académicos y gestión administrativa de los contratos o acuerdos con actores no-académicos presentan menores porcentajes de no usuarios (19,6%, 15,2% y 14,5%, respectivamente). En conjunto, los servicios que satisfacen de forma notable al mayor porcentaje de encuestados son los de gestión, información

sobre financiación pública y protección de la propiedad industrial e intelectual (entre el 31,1 y el 27,3%), mientras que es más reducido el porcentaje de encuestados que valora el apoyo en la búsqueda de socios potenciales o los posibles cauces institucionales. Hay diferencias significativas en estas valoraciones cuando se analizan por tipo de entidad, especialmente en los procesos 3 a 6, siempre a favor de las universidades, mientras que el menor porcentaje de valoraciones positivas se dan en los hospitales, probablemente debido a que han comenzado a proporcionar estos servicios más recientemente.

Tabla 14. Investigadores encuestados que, habiendo utilizado los servicios de apoyo que proporciona su institución en las interacciones con actores sociales, declara bastante o mucha satisfacción con los citados servicios.

Proceso\tipo de entidad	Universidad		Centro de investigación		Hospital		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	% de todas las respuestas
1. Búsqueda de contactos de actores no académicos	960	14,8	212	15,0	71	13,4	1243	14,7
2. Información sobre cauces y procesos para el desarrollo de interacciones con actores no académicos	1098	16,2	211	14,4	80	14,8	1389	15,8
3. Apoyo y asesoramiento para la negociación de contratos o acuerdos con actores no académicos (*)	1776	25,4	329	22,2	92	17,1	2197	24,4
4. Información sobre financiación pública para actividades con actores no académicos (*)	2218	30,1	421	27,2	137	23,9	2776	29,2
5. Información sobre protección de la propiedad industrial o intelectual (*)	1851	28,2	364	25,9	96	18,8	2311	27,3
6. Gestión administrativa de los contratos o acuerdos con actores no-académicos (tramitación, facturas, cobros, etc.) (*)	2403	32,2	451	28,6	125	22,9	2979	31,1

(*) Indica que las diferencias entre los coeficientes de las variables son significativas al 5%

3.4. Conclusiones

Los resultados de esta encuesta muestran que los investigadores de todas las disciplinas cubren ampliamente el espectro que va desde la investigación aplicada hasta la básica. Orientan sus investigaciones en función de sus diferentes potencialidades. Los relacionados con las ciencias médicas son los que realizan investigación aplicada en mayor proporción, mientras que los mayores porcentajes de orientación hacia la investigación para el avance general del conocimiento se encuentran en humanidades.

La dedicación a la actividad de investigación ocupa gran parte de su tiempo y la gestión administrativa prácticamente el doble de tiempo que a interacciones con los actores sociales; ello quiere decir que todo el esfuerzo que se pueda realizar para disminuir la carga burocrática puede tener una gran incidencia en facilitar la agenda científica de los profesores e investigadores. Las principales motivaciones para llevar a cabo la actividad científica son las relacionadas con el reto científico (consideradas cada una de ellas bastante o muy importante por más del 80% de los encuestados), mientras que aún hay margen en muchas áreas para aumentar la motivación social, lo cual requeriría apoyos para que promuevan este tipo de actividades.

Es escaso el porcentaje de investigadores que trabajan solos: globalmente el 5%, siendo el valor más alto el 11% de humanidades; de hecho, la moda es 5 miembros, pero sigue siendo elevado el

porcentaje de investigadores que desarrollan su actividad en el contexto de equipos de una sola disciplina (37% globalmente, el 51% en los hospitales), pudiéndose encontrar en los centros de investigación el mayor porcentaje de equipos en los que participan investigadores de dos o más disciplinas (casi el 70%). Dado que la mayoría de los desafíos a los que se enfrentan los actores sociales precisan un abordaje multidisciplinar, el favorecer la formación y la consolidación de equipos multidisciplinarios parece una senda recomendable, si se pretenden promover este tipo de interacciones.

Los resultados confirman que los investigadores del sistema público interactúan con diversos actores sociales (empresas, administraciones, organismos internacionales, organizaciones sin fines de lucro) y mediante una amplia variedad de mecanismos, destacando los que se llevan a cabo sin mediar acuerdos institucionales sobre los formalizados y, sobre todo, muy por encima de los ligados a la comercialización de resultados. Se encuentran diferencias apreciables entre áreas del conocimiento y entre los diversos tipos de entidades a las que pertenecen los investigadores. Estos resultados ponen de manifiesto que los diversos tipos de entidades deberían desarrollar estrategias de mejora diferenciadas y tratar de prestar los apoyos específicos que pueden demandar las diferentes áreas, pues los mecanismos de interacción varían y también las condiciones de los usuarios potenciales.

Por su parte, si bien el 50% declara que su actividad científica genera resultados

susceptibles de comercialización, sólo el 12% ha participado, al menos una vez entre 2013 y 2015, en algún tipo de comercialización, ya sea licencia de títulos de propiedad (intelectual o industrial) o creación de empresas y solo un 3% ha estado involucrado en la creación de una empresa.

Respecto a las barreras que perciben para interactuar con actores sociales, se han agrupado en cognitivas (para la autonomía y la credibilidad científicas) e institucionales (relacionadas con la gestión y los servicios de apoyo). La percepción varía en función de la experiencia en interacciones externas de quien responde: las personas que no han tenido experiencia perciben proporcionalmente más los riesgos cognitivos y menos los institucionales que las que han interactuado. Las barreras de carácter institucional son percibidas como más importantes en los centros de investigación que en otras organizaciones, destacando la burocracia y la falta de flexibilidad en la gestión, considerada bastantes veces o siempre como un riesgo asociado a las interacciones externas por el 61% de los investigadores.

Respecto a los resultados de las interacciones, entre el 34% y el 47% valoró como bastante o muy importante para su propia investigación diferentes resultados de las interacciones externas que mantuvieron entre 2013 y 2015, en especial, su utilidad para la identificación de nuevos enfoques y perspectivas y posibles ideas para preguntas de investigación, mientras que son menos los que han sabido valorar su importancia para los actores sociales con los

que colaboraron. Estos resultados sugieren, de entrada, que las entidades podrían tratar de recabar de los usuarios información sobre el impacto que han tenido internamente las interacciones que se hayan llevado a cabo en un periodo determinado, es decir, realizar un cierto seguimiento de las interacciones llevadas a cabo y de sus resultados y efectos. Esta iniciativa podría tener otros beneficios adicionales, como puede ser la identificación de nuevas oportunidades de colaboración con los citados actores.

Los resultados de esta encuesta permiten sugerir otras acciones por parte de las entidades y de las políticas públicas. Por ejemplo, a la vista de que han sido escasos los encuestados que han valorado satisfactoriamente los servicios prestados, las entidades tienen un margen amplio de mejora, sobre todo en los servicios de apoyo orientados a facilitar la búsqueda de socios y a encauzar las interacciones. Igualmente, sería interesante que las entidades de investigación recaben información sobre las interacciones directas no institucionales ni comerciales, para conocer con mayor grado de detalle la amplia variedad de interacciones que su comunidad mantiene con actores sociales. Las diferencias entre áreas del conocimiento aconsejan apoyar de forma diferenciada a los investigadores de las diversas áreas, porque se relacionan más intensamente con diferentes actores y precisan diferentes mecanismos, lo que conlleva identificar los más adecuados en cada caso. Finalmente, es muy importante tratar de reducir la burocracia, que consume mucho tiempo que se podría dedicar a actividades más propias de los profesores e

investigadores, incluida su relación con la sociedad; de la encuesta se desprende que,

cuando esos servicios funcionan, son muy valorados por la comunidad científica.

Bibliografía

- ABREU, M., GRINEVICH, V., HUGHES, A. Y KITSON, M. (2009). Knowledge exchange between academics and the business, public and third sectors. London: UK-Innovation Research Centre (UK-IRC).
- ABREU, M. Y GRINEVICH, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities, *Research Policy*, 42 (2), 408-22.
- AGRAWAL, A. Y HENDERSON, R. (2002). Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT, *Management science*, 48 (1), 44-60.
- AMARA, N., OUIMET, M. Y LANDRY, R. (2004). New evidence on instrumental, conceptual, and symbolic utilization of university research in government agencies, *Science Communication*, 26 (1), 75-106.
- ASHEIM, B. T. Y COENEN, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters, *Research policy*, 34 (8), 1173-90.
- BEKKERS, R. Y BODAS FREITAS, I. M. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? *Research policy*, 37 (10), 1837-53.
- BRUNEEL, J., D'ESTE, P., SALTER, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration, *Research Policy*, 39 (7), 858–868
- CASTRO-MARTÍNEZ, E., OLMOS-PEÑUELA, J., FERNANDEZ DE LUCIO, I. (2016). La vinculación ciencia-sociedad: estereotipos y nuevos enfoques. *Journal of technology management & innovation*, 11 (2), 121-29.
- CRUE (2017). 'Investigación y transferencia de conocimiento en las universidades españolas 2015', Madrid: CRUE. Disponible en: http://www.crue.org/SitePages/Encuesta_I+TC.aspx.
- D'ESTE, P., PERKMANN, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36 (3), 316-339.
- D'ESTE, P., LLOPIS, O. Y YEGROS, A. (2017). Conducting Pro-Social Research—Exploring the Behavioral Antecedents to Knowledge Transfer Among Scientists, *The world scientific reference on entrepreneurship: Volume 4: Process Approach to Academic Entrepreneurship—Evidence from the Globe*. Hackensack: World Scientific Publishing, 19-54.
- D'ESTE, P., RAMOS-VIELBA, I., WOOLLEY, R., AMARA, N. (2018). How do researchers generate scientific and

- societal impacts? Toward an analytical and operational framework, *Science and Public Policy*, 45 (6), 752–763.
- DUTRÉNIT, G. (2010). Introduction to special issue: Interactions between public research organisations and industry in Latin America: a study on channels and benefits from the perspective of firms and researchers, *Science and Public Policy*, 37 (7), 471-472.
- FERNÁNDEZ DE LUCIO, I., VEGA-JURADO, J., GUTIÉRREZ-GRACIA, A. (2011). Ciencia e Innovación: una relación compleja y evolutiva. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187, 1077 – 1089.
- GIMÉNEZ-TOLEDO, E., MAÑANA-RODRÍGUEZ, J., ENGELS, T. C., INGWERSEN, P., PÖLÖNEN, J., SIVERTSEN, G., VERLEYSSEN, F. T. Y ZUCCALA, A. A. (2016). Taking scholarly books into account: current developments in five European countries, *Scientometrics*, 107 (2), 685-99.
- HEINZE, T., SHAPIRA, P., ROGERS, J. D. Y SENKER, J. M. (2009). Organizational and institutional influences on creativity in scientific research, *Research Policy*, 38 (4), 610-23.
- HUGHES, A. Y KITSON, M. (2012). 'Pathways to impact and the strategic role of universities: new evidence on the breadth and depth of university knowledge exchange in the UK and the factors constraining its development', *Cambridge Journal of Economics*, 36 (3), 723-50.
- JACOBSON, N., BUTTERILL, D., GOERING, P. (2004). Organizational factors that influence University-Based Researchers' Engagement in Knowledge Transfer activities, *Science Communication*, 25 (3), 246-259.
- LAM, A. (2011). 'What motivates academic scientists to engage in research commercialization: 'Gold', 'ribbon' or 'puzzle'?', *Research policy*, 40 (10), 1354-68.
- LANDRY, R., SAÏHI, M., AMARA, N. Y OUIMET, M. (2010). 'Evidence on how academics manage their portfolio of knowledge transfer activities', *Research Policy*, 39 (10), 1387-403.
- LEVIN, D. Z., WALTER, J. Y MURNIGHAN, J. K. (2011). Dormant ties: The value of reconnecting', *Organization Science*, 22 (4), 923-39.
- MERTON, R. K. (1942). The normative structure of science. In N. W. Storer (Ed.), *The sociology of science: theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 267-280.
- MEYER-KRAHMER, F. Y SCHMOCH, U. (1998). Science-based technologies: university–industry interactions in four fields, *Research policy*, 27 (8), 835-51.
- MOLAS-GALLART, J. (2012). Research governance and the role of evaluation: a comparative study, *American Journal of Evaluation*, 33, 577 – 592.
- MOLAS-GALLART, J., D'ESTE, P., LLOPIS, O. Y RAFOLS, I. (2016). Towards an alternative framework for the

- evaluation of translational research initiatives, *Research Evaluation*, 25 (3), 235-43.
- MOLAS-GALLART, J., D'ESTE, P., LLOPIS, O. Y RAFOLS, I. (2015). Towards an alternative framework for the evaluation of translational research initiatives, *Research Evaluation*, 25 (3), 235-43.
- OCDE. (1996). *The Knowledge-based Economy*. Paris: OCDE.
- OCDE (2003). *Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Manual de Frascati 2002*, Madrid: FECYT.
- OLMOS-PEÑUELA J., BENNEWORTH P., CASTRO-MARTÍNEZ E. (2014). Are 'STEM from Mars and SSH from Venus'? Challenging disciplinary stereotypes of research's social value, *Science and Public Policy*, 41 (3), 384 – 400.
- OLMOS-PEÑUELA, J., CASTRO-MARTÍNEZ, E. Y FERNÁNDEZ-ESQUINAS, M. (2014). Diferencias entre áreas científicas en las prácticas de divulgación de la investigación: un estudio empírico en el CSIC, *Revista Española de Documentación Científica*, 37 (2), 040.
- PERKMANN, M., TARTARI, V., MCKELVEY, M., AUTIO, E., BROSTRÖM, A., D'ESTE, P., FINI, R., GEUNA, A., GRIMALDI, R. Y HUGHES, A. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations, *Research policy*, 42 (2), 423-42.
- POLT, W., RAMMER, C., GASSLER, H., SCHIBANY, A., SCHARTINGER, D. (2001). Benchmarking industry–science relations: the role of framework conditions. *Science and Public Policy*, 28 (4), 247-258.
- RAMOS-VIELBA, I. Y FERNÁNDEZ-ESQUINAS, M. (2012). Beneath the tip of the iceberg: Exploring the multiple forms of university–industry linkages, *Higher Education*, 64 (2), 237-65.
- REF (2011). *Assessment Framework and Guidance on Submissions*. London: Research Excellence Framework.
- SWAMIDASS, P. M. Y VULASA, V. (2009). Why university inventions rarely produce income? Bottlenecks in university technology transfer, *The Journal of technology transfer*, 34 (4), 343-63.
- TARTARI, V., SALTER, A., D'ESTE, P. (2012). Crossing the Rubicon: exploring the factors that shape academics' perceptions of the barriers to working with industry. *Cambridge Journal of Economics*, 36 (3), 655-677.
- VALMASEDA-ANDIA, O., ALBIZU-GALLASTEG, E., FERNÁNDEZ-ESQUINAS, M. Y FERNÁNDEZ-DE-LUCIO, I. (2015). La relación entre las empresas españolas y el CSIC: motivaciones, mecanismos y beneficios desde la perspectiva empresarial, *Revista Española de Documentación Científica*, 38 (4), 109.

WUCHTY, S., JONES, B. F. Y UZZI, B.
(2007). The increasing dominance
of teams in production of

knowledge, *Science*, 316 (5827),
1036-39.

SEGUNDA PARTE

EL ÍNDICE



4. Indicadores para la determinación de las universidades españolas orientadas al intercambio y la transferencia del conocimiento

Isabel Álvarez, Antonio Biurrun, Raquel Marín y Lisset Medina (ICEI-UCM)

4.1. Introducción

En este capítulo se presenta una batería de indicadores que permiten describir cuál es la posición relativa de las universidades españolas en el campo de la transferencia de ciencia y tecnología. La selección de indicadores responde a la información disponible en el Informe de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las universidades españolas (I+TC) 2016, realizado por la RedOTRI, dependiente de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), en adelante, *RedOTRI-2016* (RedOTRI, 2017). A través de un análisis descriptivo básico, se identifican un conjunto de universidades que, por su relevancia, son susceptibles de ser consideradas las mejores en transferencia y que albergan grupos de investigación con buena praxis en el intercambio y transferencia de conocimiento.

El estudio de las universidades aportará una comprensión pormenorizada del fenómeno, analizando hasta qué punto existe coincidencia en el contexto español con los factores de éxito detectados en el plano internacional. Lo que se propone es una selección de universidades exitosas que permitirán extraer patrones recurrentes que

servirán de base para soportar la formulación de recomendaciones de política económica e institucional aplicables en el ámbito nacional.

En el epígrafe 2 de este capítulo se revisan los principales indicadores de transferencia de las universidades en España. A continuación, el epígrafe 3, contiene un análisis *clúster* en el que se agrupan las universidades de acuerdo con las características que presenta en términos de transferencia, y se realiza la propuesta de un índice que integra distintas dimensiones de la transferencia y que, además, permite clasificar a las universidades españolas en función de éstas. A continuación, en el epígrafe 4, se presentan las instituciones seleccionadas. Será en el capítulo siguiente en el que se realice el estudio de los casos que integran las unidades de análisis o grupos de investigación.

4.2. Indicadores de transferencia en España

La medición de la transferencia de conocimiento científico y tecnológico desde las organizaciones de investigación a la sociedad es un aspecto complejo, escasamente lineal, lo que hace necesario recurrir a diversos indicadores para poder

aproximarse al fenómeno de estudio, un aspecto que se ha explicado con detenimiento en los capítulos 1, 2 y 3 de este informe. De hecho, aún es escasa la disponibilidad de estadísticas que puedan aplicarse a la medición rigurosa de la transferencia de conocimiento y este hecho implica analizar de forma combinada un conjunto de indicadores. Entre los más apropiados se contemplan algunos que permiten aproximar de manera indirecta la capacidad de transferencia, tales como los referidos al ámbito de los recursos asignados, o inputs para la actividad investigadora, y aquéllos relativos a los resultados, u output del proceso, e igualmente un conjunto de indicadores que directamente muestran vinculaciones o interacción entre agentes del sistema.

Partiendo del conjunto de indicadores disponibles en el Informe (I+TC) de *RedOTRI-2016*, en este estudio se ha optado por seleccionar los que a continuación se enumeran y que permiten capturar las distintas dimensiones de la generación de conocimiento. Se trata de datos cuantitativos y se ha seguido la metodología estándar para confeccionar este tipo de índices, siendo la referencia del *Milken Institute* para las universidades norteamericanas (DeVol, 2017). Los rubros que se tratan son los admitidos internacionalmente y que quedan recogidos en las indicaciones de los *Manuales de Frascati y Oslo*. La premisa es que es imposible que se transfiera o se comparta algo que ni siquiera se genera. De ahí que los indicadores seleccionados sean los siguientes:

1. Personal Docente e Investigador (PDI):

este indicador ilustra la base investigadora de la universidad, así como la dimensión de recursos humanos, lo que aporta una idea del tamaño de la institución. Su función principal es servir de base para relativizar otros indicadores que muestran los resultados de la transferencia.

2. Importe de proyectos de I+D colaborativa (€): este indicador permite aproximar la cuantía total de proyectos de I+D que la universidad ha llevado a cabo en colaboración con empresas u otras instituciones. Constituye un indicador directo de transferencia.

3. Importe de contratación de I+D+i (€): este indicador ilustra la cuantía total de los contratos firmados por la universidad y empresas para la adquisición de I+D+i, por lo que también es un indicador directo de transferencia.

4. Número de artículos publicados en revistas científicas Web Of Science (WOS): indicador de producción científica de la universidad.

5. Número de tesis doctorales: este indicador es válido, combinado con el anterior, como proxy de la producción científica de la universidad.

6. Número de patentes prioritarias nacionales: este es un indicador de generación de conocimiento aplicado, que tiene por objetivo la concesión de la licencia a una empresa para su posterior comercialización. Es, por lo tanto, un indicador directo de transferencia.

7. Ingresos por licencias (€): indicador

que refleja la cuantía total ingresada por la universidad procedente de las licencias de patentes universitarias a las empresas para su posterior cauce en el mercado. También este es, por lo tanto, un indicador directo de transferencia.

8. Número de *spin-offs*: el número de empresas de tipo *spin-off* que la universidad ha creado en el año. Estas empresas transfieren el conocimiento creado en la universidad directamente al mercado, por lo que es un indicador directo de transferencia.

Atendiendo en primer lugar al número de personal docente e investigador (PDI), en el Gráfico 1 se muestran las instituciones que se sitúan en las diez primeras posiciones según el valor alcanzado en este indicador. A pesar de que el tamaño de la institución no garantiza un mayor éxito en la transferencia de conocimiento a la economía y la sociedad, resulta esencial que toda universidad cuente o con un gran número de investigadores y grupos o, si éste no fuera el caso, al menos esté muy especializada y concentre sus investigadores y grupos en unas líneas concretas de investigación. Bajo esta premisa se justifica la inclusión en el estudio de indicadores absolutos que marcan la realidad del sistema universitario español, como son el tamaño, el carácter generalista y la condición de universidad histórica. Se trata de consideraciones que deben complementar a los indicadores relativos. Se

ha de tener en cuenta que la variedad y volumen de la transferencia llevada a cabo en las universidades de mayor tamaño supone una proporción significativa de la transferencia total llevada a cabo por todo el sistema. Estos matices nos han permitido reducir el sesgo en favor de una selección que, seguido en exclusiva los indicadores proporcionados por la RedOTRI, se habría concentrado en las universidades politécnicas y en aquellas con un fuerte componente de estudios en ingenierías.

Atendiendo al indicador de PDI, puede observarse que la primera universidad en la clasificación española es la Universidad Complutense de Madrid (UCM), con algo más de 6.000 investigadores; le sigue la Universidad de Barcelona con más de 5.500 investigadores. Además de las dos primeras, entre las universidades clasificadas en las primeras posiciones por número de PDI encontramos la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), así como la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y Universidad Politécnica de Valencia (UPV). El importe de los proyectos de I+D de las universidades que se realizan en colaboración con otros agentes, Gráfico 2, permite observar nuevamente cuáles son las diez primeras universidades españolas según el valor de los proyectos de I+D en colaboración y puestos con relación al peso del PDI de la universidad⁸. Este es un indicador directo de transferencia en el que el grupo Mondragón

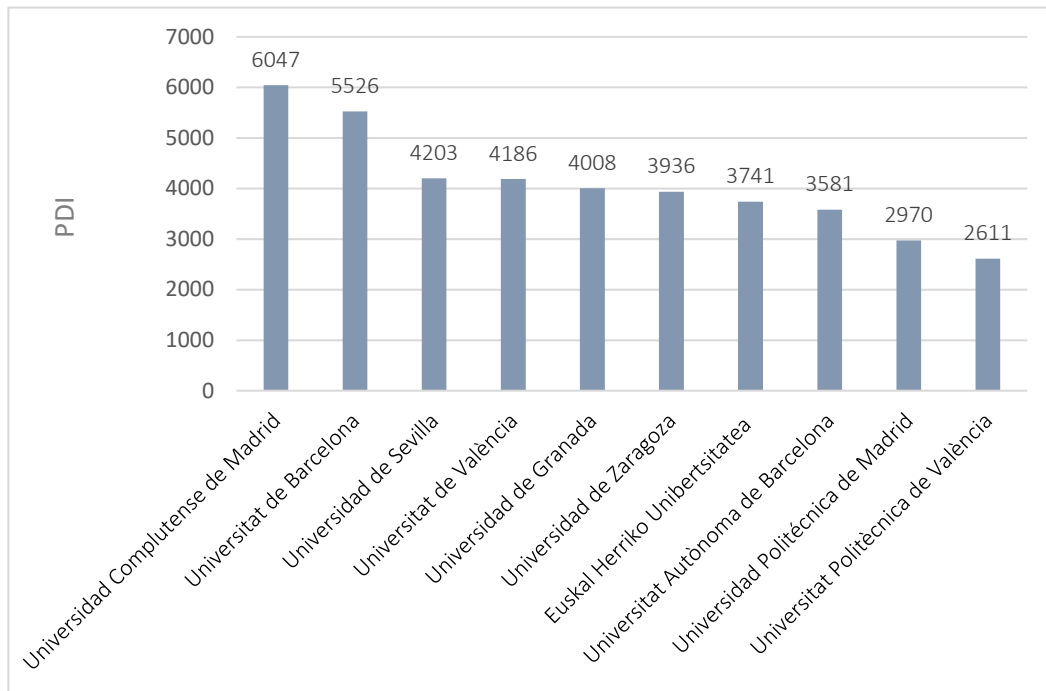
⁸ A este grupo de 10 universidades se ha añadido en el Gráfico 2 la UCM para que el lector pueda situar a esta universidad en términos de comparativos relativos, dado su peso en el sistema universitario y su carácter

histórico. El análisis cualitativo del capítulo 5 demuestra la importancia de tener, al menos a una de las universidades grandes del sistema dentro de las instituciones a la hora de extraer casos de estudio representativos.

se sitúa en cabeza⁹, y a este le sigue la Universidad Politécnica de Madrid con un valor del indicador de 7.787 euros por investigador. Como puede observarse, hay coincidencias notables con el indicador anterior, añadiéndose la universidad

Pompeu Fabra (UPF) y las universidades politécnicas de Cataluña (UPC) y Madrid (UPM), que muestran valores inferiores, pero igualmente relevantes, superando en todos los casos el valor de 4.000 euros por investigador.

Gráfico 1: Personal docente e Investigador (PDI) (año 2016)

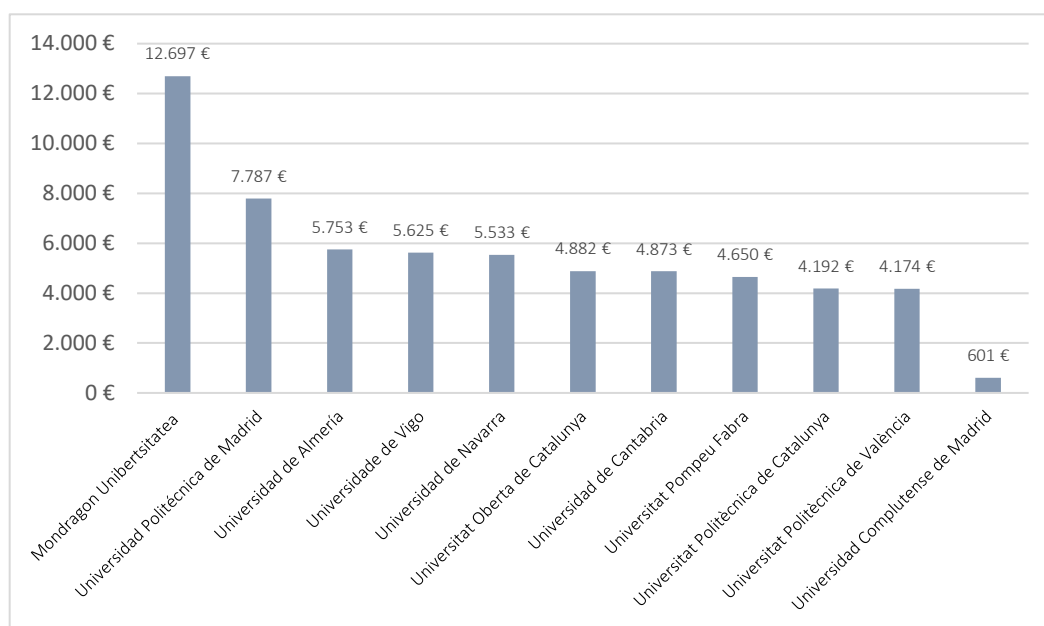


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

⁹ El Grupo Mondragón, por su naturaleza, se ha excluido del análisis, que aquí está centrado en la

capacidad de transferencia de las universidades españolas.

Gráfico 2: Importe de proyectos de I+D Colaborativa (€) / PDI (año 2016)

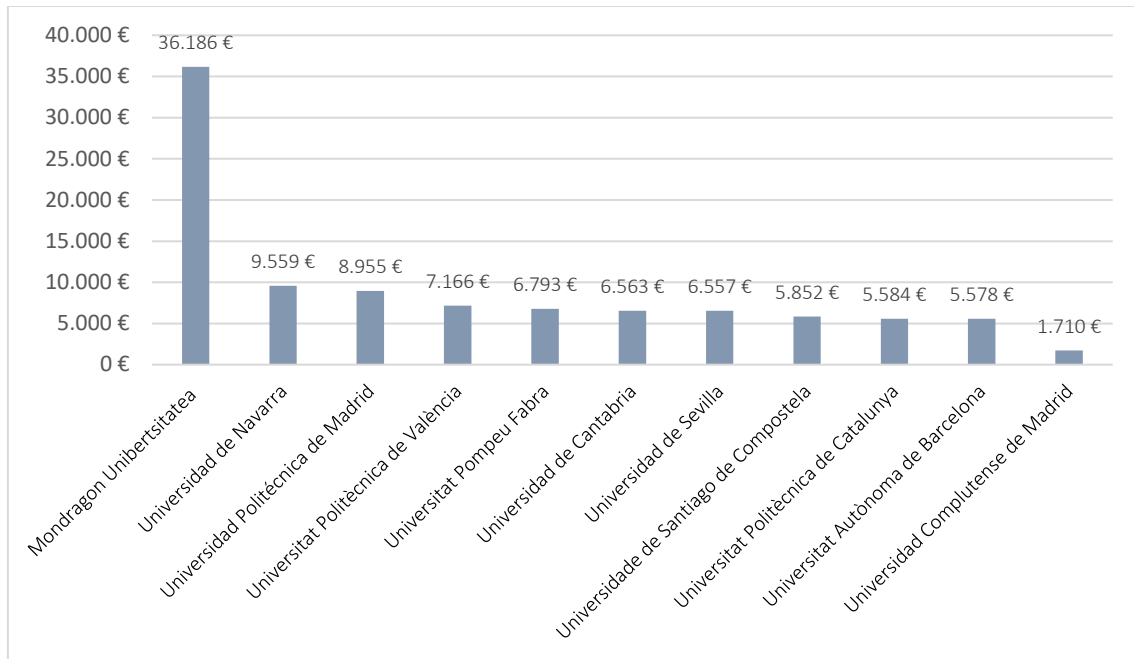


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

El Gráfico 3 muestra las universidades españolas que se sitúan en las diez primeras posiciones según el valor de los contratos con empresas y otras instituciones ponderado en función del número de investigadores. Esta variable se diferencia de la anterior en que hace referencia a los contratos con empresas e instituciones (ej.

Contratos al amparo del Art. 83), mientras que la previa es una investigación que se realiza en colaboración con otros agentes. De nuevo, al grupo Mondragón le corresponde el máximo valor, muy alejado incluso de los valores promedio de la distribución de la variable.

Gráfico 3: Contratación de I+D+i (€) / PDI (año 2016)

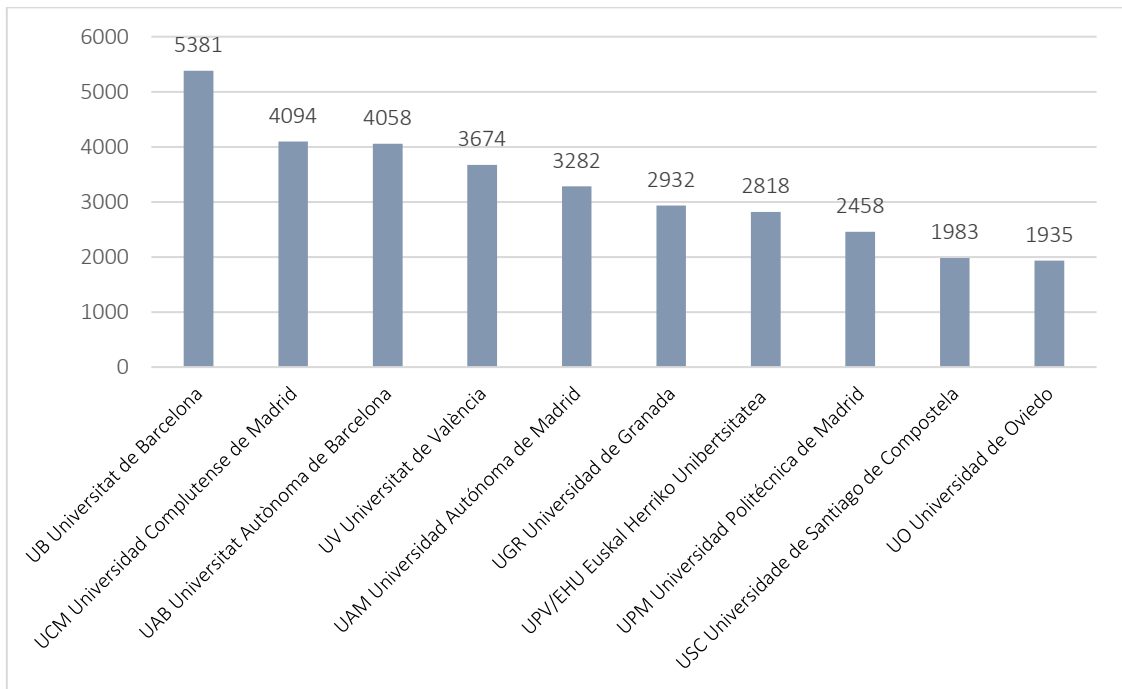


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

A pesar de que la producción científica no constituye en sí misma transferencia al ámbito productivo y social, permite aproximarse a la magnitud y capacidad de generación de conocimiento que es resultado del proceso de investigación. De hecho, a continuación, se muestran algunos indicadores de producción científica, tales como las publicaciones indexadas —número de artículos publicados en revistas de la *Web Of Science*— y las tesis doctorales dirigidas, en los Gráficos 4 y 5 respectivamente, en los que se ha optado por mostrar los valores absolutos de los indicadores porque interesa conocer la magnitud de ese conocimiento y no las cifras relativas. Puede observarse que en el Gráfico 4 persisten tres de las universidades hasta ahora comentadas, UCM, UPM y UPV/EHU y

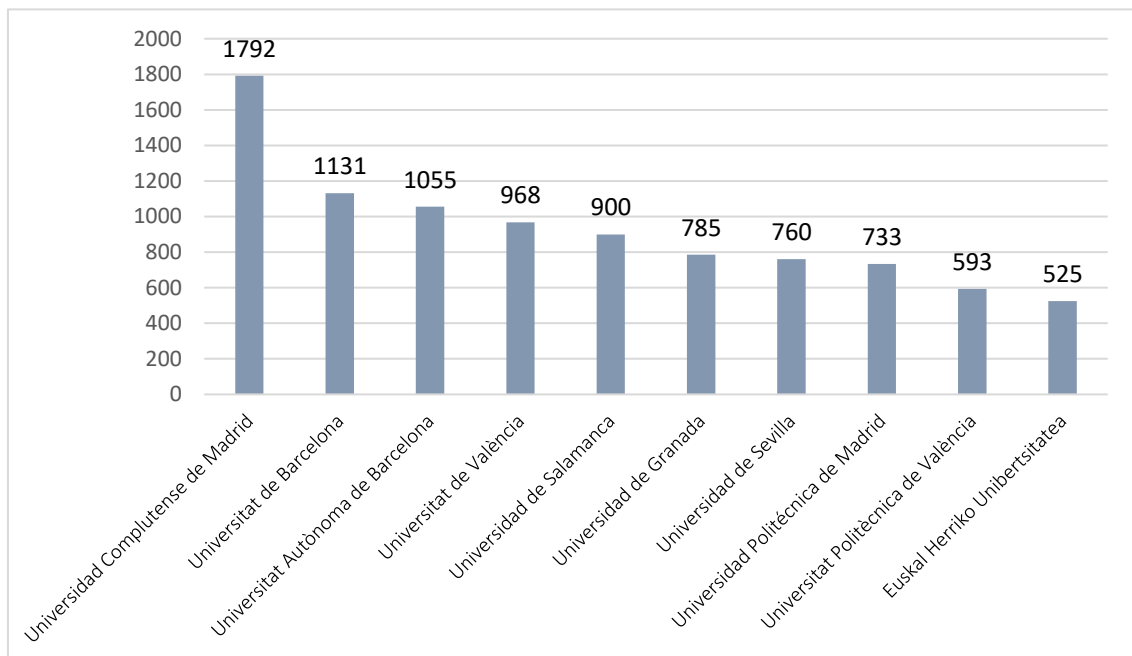
también la UPV, al igual que en el Gráfico 5. Cabe reseñar el elevado valor que alcanza la Universidad de Barcelona en el indicador de publicaciones, distanciándose en más de 1.000 artículos de la segunda, que es la Universidad Complutense, universidad que ocupa la primera posición en número de tesis (Gráfico 5). Además, cabe mencionar aquí que la UPM ocupa la séptima posición tanto en publicaciones como en tesis dirigidas, cuando en los dos indicadores de transferencia directa, anteriormente comentados, ocupaba las posiciones segunda y tercera respectivamente. Esto es una constatación que estaría indicando que a mayor investigación de carácter básico más intenso sería el intercambio y transferencia de conocimiento.

Gráfico 4: Número de artículos en revistas WOS (año 2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

Gráfico 5: Número de tesis doctorales dirigidas (año 2016)

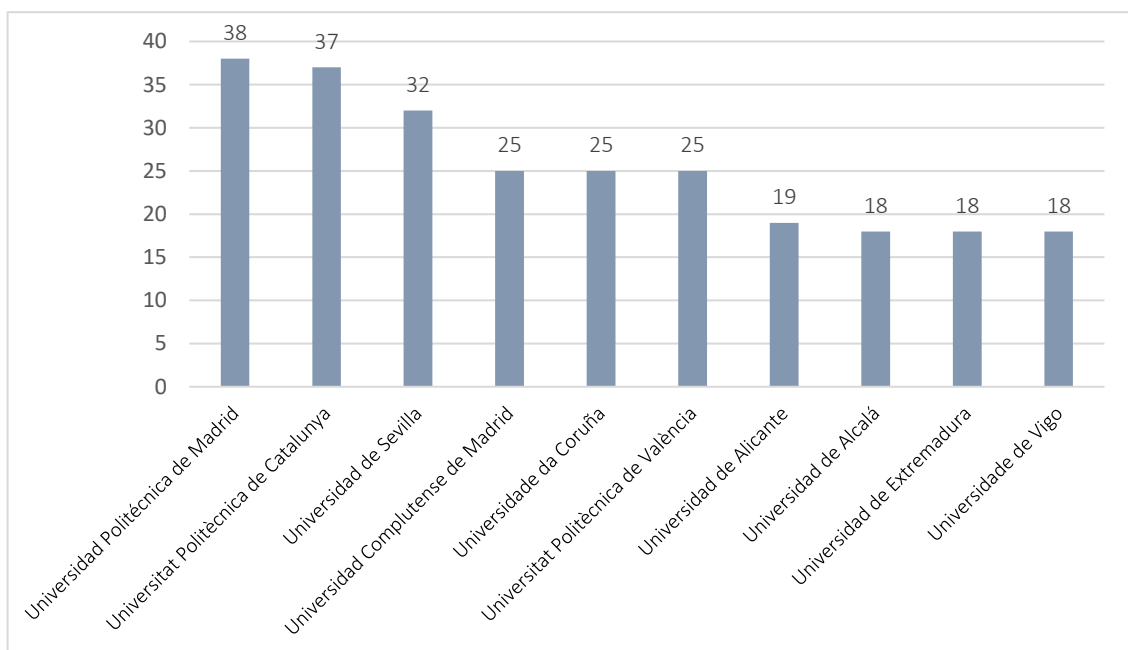


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

Las patentes constituyen un indicador de transferencia, en tanto que se registra el conocimiento generado. Ahora bien, pueden ser o no aplicadas finalmente con fines comerciales por parte de la entidad propietaria del título de la patente. El Gráfico 6 muestra las diez primeras universidades españolas con mayor número de patentes prioritarias nacionales, es decir, aquéllas que están registradas en la OEPM.

De nuevo hay un patrón similar en cuanto a las universidades mejor clasificadas. No es de extrañar que las dos primeras posiciones correspondan a universidades politécnicas, particularmente a la UPM y a la UPC. Y, tanto la UCM como la UPV están en cuarta posición. Esto permite mostrar la capacidad de cada institución en la generación y en el proceso de intercambio y transferencia de conocimiento.

Gráfico 6: Número de patentes prioritarias nacionales (año 2016)

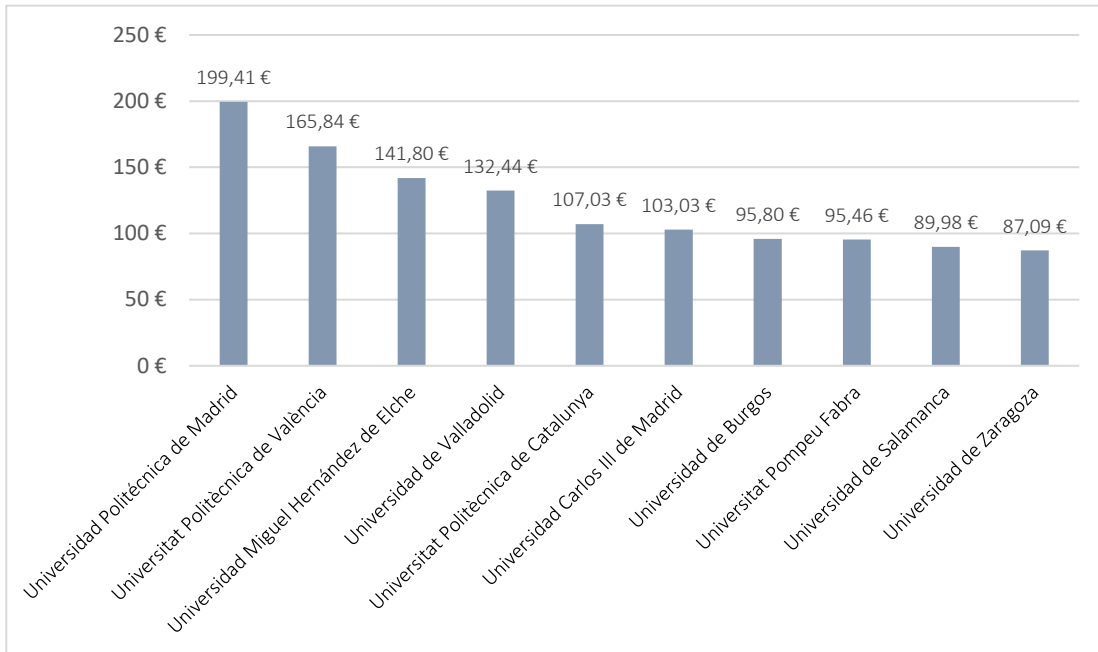


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

También en el indicador de ingresos por licencias, que constituye una buena aproximación igualmente del conocimiento tecnológico transferido al sector productivo, encontramos a la UPM y a la UPC ocupando las dos primeras posiciones de la clasificación –Gráfico 7. Sin embargo, en este caso queda fuera la UCM y sí que está clasificada en séptimo lugar la Universidad Pompeu Fabra. Finalmente, en el Gráfico 8 se muestran las diez universidades españolas que han creado un mayor número

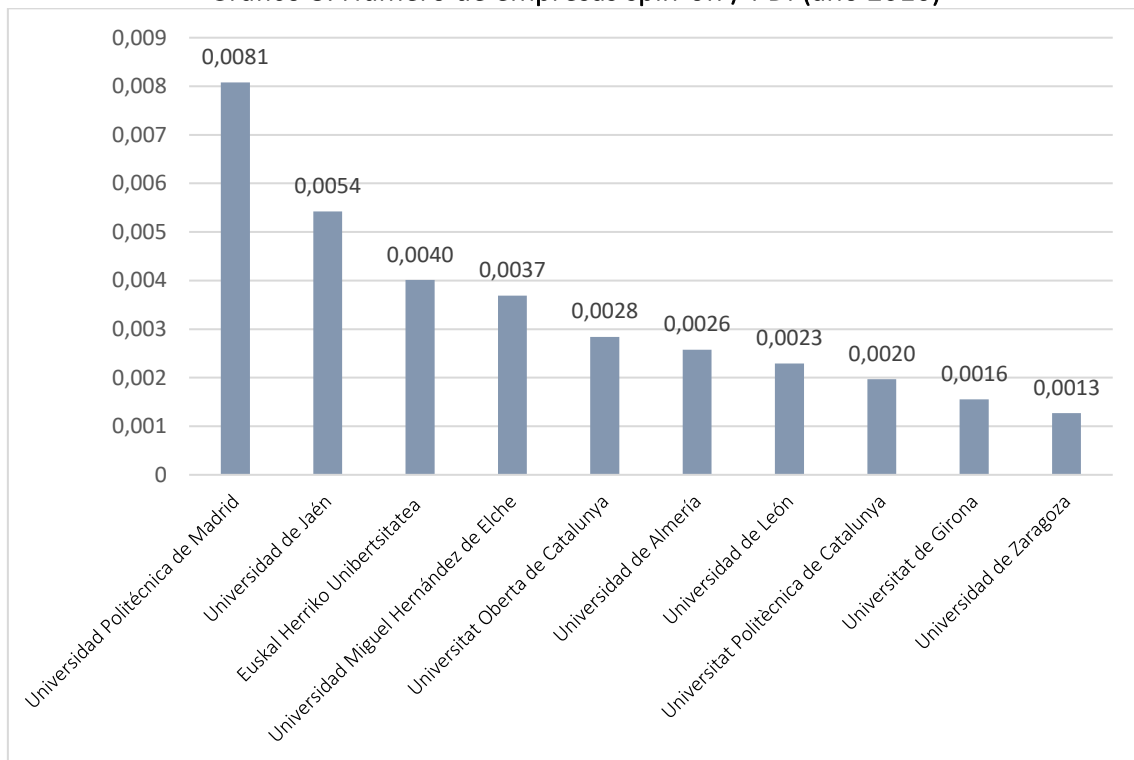
de *spin-offs* en el año, relativizado por profesional docente e investigador. Entre las diez se encuentran tres de los casos de estudio que se analizarán en el capítulo 5. Destaca el valor alcanzado en este indicador por la Universidad Politécnica de Madrid, a una distancia considerable respecto a las siguientes. La Universidad del País Vasco está clasificada en la tercera posición y, aunque con un valor inferior, también encontramos la Universidad Politécnica de Cataluña.

Gráfico 7: Ingresos por licencia (€) / PDI (año 2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

Gráfico 8: Número de empresas spin-off / PDI (año 2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RedOTRI-2016.

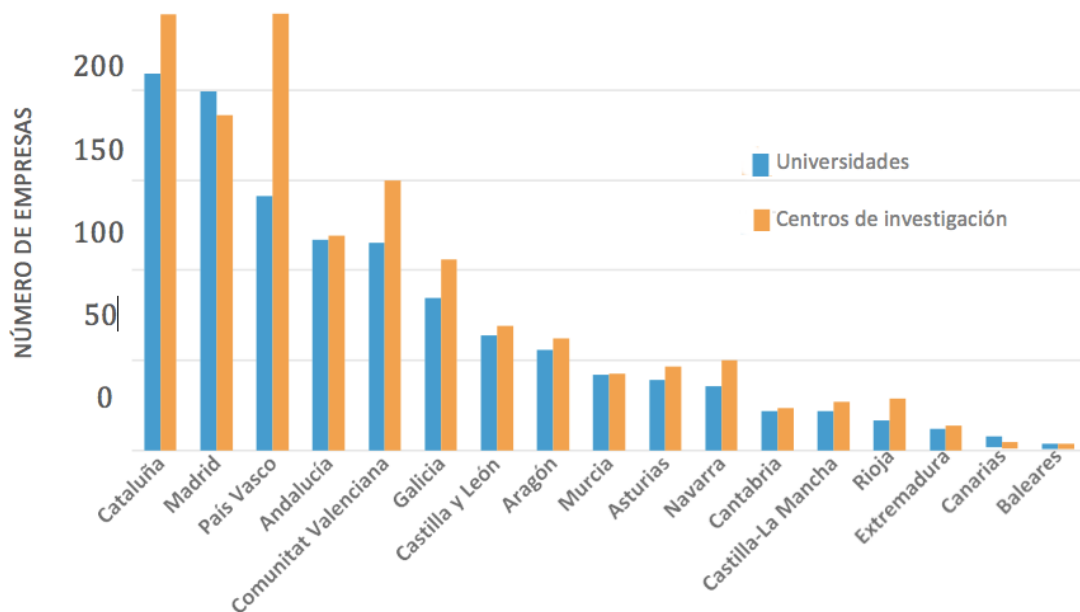
4.3. Clasificación de las universidades españolas según transferencia

Los indicadores previamente analizados muestran una elevada dispersión en la mayoría de las dimensiones del intercambio y la transferencia del conocimiento (ITC). La evolución de los sistemas regionales de innovación en España se caracteriza por la existencia de diferencias territoriales, como así lo muestran los datos que emanan de la *Encuesta de Innovación en España* realizada por el INE y compilada como *Panel de Innovación Tecnológica, PITEC*, por la FECYT. Como puede observarse en el Gráfico 9, Cataluña, Madrid y País Vasco, son las tres comunidades autónomas en las que es más pronunciado el peso de la colaboración en proyectos de innovación de las empresas

con las universidades y centros de investigación. Le siguen Andalucía y la Comunidad Valenciana. Este indicador, construido desde el lado empresarial, está mostrando indicios de interacción entre los agentes científicos y el sector privado de la economía, algo que no es de extrañar teniendo en cuenta el grado de avance relativo de estos sistemas regionales de innovación.

El siguiente paso en este trabajo, por lo tanto, será comprobar la importancia relativa de la colaboración y transferencia en las universidades a través de los indicadores revisados en el epígrafe anterior. Para ello, se realizará en primer lugar un análisis *clúster* y, a continuación, se propone una clasificación de las universidades en función de su capacidad de transferencia.

Gráfico 9. Colaboración en innovación de empresas con universidades y con centros de investigación, por comunidades autónomas



Fuente: Encuesta de Innovación, INE.

4.3.1. *Análisis clúster y factores explicativos de la transferencia*

El análisis que se presenta aquí permite agrupar las universidades según sus resultados en el ámbito de la transferencia. En particular, atendiendo a los proyectos de I+D en colaboración, resto de contratos de I+D, los ingresos por licencias y las patentes universitarias, así como su perfil geográfico y según tipo de agentes con los que se colabora para patentar. Las variables incluidas en el análisis han sido, por lo tanto, aquéllas que condicionan las redes de generación de conocimiento de las universidades, así como su capacidad de transferencia, siendo éstas el número de colaboraciones por patente, el número de colaboraciones con empresas y organismos públicos de investigación por patente, los ingresos por licencias, el importe de los proyectos de I+D colaborativa y el importe de la contratación en I+D, relativizadas estas tres últimas variables por el número de personal docente e investigador de la universidad. Se ha intentado introducir otras formas de transferencia siguiendo el concepto amplio de intercambio y transferencia de conocimiento expuesto en el capítulo 3 del presente informe. Sin embargo, la carencia de datos homogéneos ha primado a la hora de sólo poder utilizar mecanismos que están asociados a la comercialización del conocimiento.

Los resultados del análisis *clúster* que se presentan en el Cuadro 1, permiten observar que las universidades españolas se clasifican en tres grupos o conglomerados¹⁰.

El primero de los clústeres es aquél formado por una decena de universidades, que destacan tanto por la colaboración con otros agentes del sistema en el desarrollo de proyectos de I+D, por la contratación de proyectos de I+D, así como por las patentes e ingresos por licencias. También destacan por un valor medio elevado en la colaboración con empresas en las patentes y en el ámbito internacional. Este conglomerado se caracteriza por su superioridad en múltiples formas de transferencia directa y cubrir entornos locales, nacionales e internacionales, de ahí su denominación de “ITC múltiple”.

El segundo clúster, integrado igualmente por diez universidades, se caracteriza por el peso de las patentes y también por mostrar un número elevado de patentes realizadas en colaboración con empresas y en el entorno nacional y local; de ahí que se denomine clúster “de ITC empresarial”. Por último, en el tercer grupo, el más numeroso, compuesto por catorce universidades, la característica más sobresaliente de las universidades que lo componen es el elevado valor de la colaboración con organismos de las Administraciones Públicas y en especial con los propios OPIS del Estado

¹⁰ El análisis *clúster* es una técnica de análisis multivariante que se emplea para establecer diferentes grupos de individuos sobre la base de características comunes. Como los resultados de un análisis *clúster* pueden diferir en función del método aplicado, se ha optado por llevar a cabo uno de tipo jerárquico, considerando el método de

Ward, y otro jerárquico en función de las distancias euclídeas al cuadrado con el fin de comprobar la robustez de los resultados obtenidos. Las universidades que aparecen en el Cuadro 1 son las analizadas en el Informe de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las universidades españolas (I+TC) de la RedOTRI.

para la obtención de patentes. La dimensión más importante, por lo tanto, es la colaboración interactiva con el entorno

público de investigación. Se ha denominado como “de ITC público”.

Cuadro 1. AGRUPAMIENTOS DE LAS UNIVERSIDADES POR SU ESPECIALIZACIÓN EN EL TIPO DE INTERCAMBIO Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO (ITC).

Clasificación AC-DT /Agrupamientos (*Clústeres*) de las universidades por la Diversidad de los tipos de Trasferencia

<p align="center">Clúster 1. ITC MÚLTIPLE</p> <p align="center">Intensivo en transferencia y diversificado</p> <p align="center">Transferencia a todos los entornos incluyendo internacionales</p>	<p align="center">Clúster 2. ITC EMPRESARIAL.</p> <p align="center">Relativamente especializado en relaciones con las empresas</p> <p align="center">Transferencia al entorno empresarial nacional y local</p>	<p align="center">Clúster 3. ITC PÚBLICO</p> <p align="center">Relativamente especializado en relaciones con el sector publico</p> <p align="center">Transferencia al entorno público de investigación</p>
<p align="center">Universidad del País Vasco</p> <p align="center">Universidad Pública de Navarra</p> <p align="center">Universidade de Vigo</p> <p align="center">Universidade da Santiago de Compostela</p> <p align="center">Universitat Pompeu Fabra</p> <p align="center">Universidad de Valladolid</p> <p align="center">Universitat Politècnica de Catalunya</p> <p align="center">Universitat Politècnica de València</p> <p align="center">Universidad de Navarra</p> <p align="center">Universidad Politécnica de Madrid</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p>	<p align="center">Universidad Ramon Llull</p> <p align="center">Universidade da Coruña</p> <p align="center">Universidad de Castilla La Mancha</p> <p align="center">Universitat Autònoma de Barcelona</p> <p align="center">Universidad de Sevilla</p> <p align="center">Universidad de la Laguna</p> <p align="center">Universidad Rey Juan Carlos</p> <p align="center">Universitat de Lleida</p> <p align="center">Universitat de València</p> <p align="center">Universitat Rovira i Virgili</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p> <p align="center">.</p>	<p align="center">Universidad de Córdoba</p> <p align="center">Universitat Internacional de Catalunya</p> <p align="center">Universitat de Girona</p> <p align="center">Univ. Nacional de Educación a Distancia</p> <p align="center">Universitat de les Illes Balears</p> <p align="center">Universidad de Salamanca</p> <p align="center">Universidad Complutense de Madrid</p> <p align="center">Universidad de Murcia</p> <p align="center">Universidad Autónoma de Madrid</p> <p align="center">Universidad de Zaragoza</p> <p align="center">Universidad Miguel Hernández de Elche</p> <p align="center">Universidad de Cádiz</p> <p align="center">Universitat de Barcelona</p> <p align="center">Universidad de Burgos</p>

Fuente: Elaboración propia. El orden indica la posición relativa en cada clúster.

Nota: la clasificación AC-TC (Agrupación *Clúster* – Diversidad Transferencia) indica el grado de especialización que cada universidad tiene por la tipología de sus intercambios y transferencias de conocimiento.

4.3.2. Índice ICEI de transferencia de conocimiento: ICEITRANST

La complejidad del proceso de interacción que sucede en la creación y el intercambio y transferencia de conocimiento desaconseja

estudiarlo en una sola dirección y medirlo haciendo uso de un único indicador. De hecho, es la interacción en sus diversas dimensiones y con pluralidad de agentes la que opera en los entornos exitosos, favoreciendo tanto la generación, el

intercambio y la transferencia de conocimiento entre las universidades, la sociedad y los sectores productivos público y privado.

En el índice que se plantea se combinan tales dimensiones teniendo en cuenta diferentes componentes. Esto permite asignar un valor a cada universidad, valor que indica su capacidad de intercambio y transferencia de conocimiento.

La construcción del índice requiere de la definición de cada una de las dimensiones que lo integran y el cálculo de cada uno de sus componentes.

La primera es la asociada a la creación y al intercambio de conocimiento en el proceso de investigación y se ha denominado "Investigación". En ella la interacción corresponde a los insumos que en la tarea de intercambio de conocimiento realizan las universidades con y para los agentes. Esta actividad se compone de dos elementos:

- El importe de los proyectos de I+D colaborativa, es decir, de proyectos que se hacen en colaboración con otros agentes.
- El importe de la contratación en innovación e I+D, demandados por parte de otros agentes externos a la universidad y que se basan en los servicios de laboratorio y similares con los que cuentan las universidades.

Estas dos variables, relativizadas en función del número de su personal docente e investigador (PDI), se calculan para cada una de las universidades y se sustrae el valor

mínimo observado en la muestra. El resultado, que aproxima una distancia, se divide por la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo observado en la muestra. Una vez obtenido el valor de cada componente se calcula la media aritmética, siendo dicho resultado el valor del subíndice de "Interacción en la Investigación" (II). Un alto valor en el subíndice II refleja que la investigación tiene lugar en colaboración con la industria, las empresas o con otros agentes del sistema de innovación, tales como OPIs, y fundaciones.

En segundo lugar, el componente de la "Interacción en las Patentes" (IP), que se refiere a la participación de las universidades en la generación de patentes. A este respecto, dado que este derecho de propiedad industrial también es un buen indicador de la generación de conocimiento comercializable, permite aproximar otra dimensión de la transferencia de conocimiento desde las universidades, lo que puede medirse bien a través del número de patentes asignadas a las universidades, bien a través de los ingresos por licencias que obtienen. Ambos componentes son tomados en cuenta en la dimensión de "Patentes": los ingresos por licencia y el número de patentes. En este caso, las dos variables también se relativizan por el tamaño de la universidad en términos de PDI y el subíndice de "Patentes" se calcula de la misma forma que el de "Interacción en la Investigación".

Por último, se halla la dimensión de "Interacción en el Emprendimiento" (IE), teniendo en cuenta que otra forma de traslación directa del conocimiento en las

universidades al sistema productivo es a través de su capacidad de emprendimiento y creación de empresas. Esta dimensión está conformada por un solo componente: el número de *spin-offs* creadas. Tras relativizar esta variable por el peso del PDI y operar como en los componentes anteriores, se obtiene el subíndice de “Interacción en el Emprendimiento”.

A partir de la creación de los tres subíndices se forma el Índice ICEITRANSF, que se calcula como la media geométrica de los tres componentes¹¹. En consecuencia, la construcción del *Índice ICEI de transferencia de conocimiento o ICEITRANSF* se formula como sigue:

$$\text{Índice ICEITRANSF} = (\text{II} \times \text{IP} \times \text{IE})^{1/3}$$

donde:

- II = Proyectos de I+D colaborativos (euros por investigador) y Contratación de servicios de I+D (euros por investigador)
- IP = Ingresos por licencias (euros por investigador) y patentes (número por investigador)
- IE = Número de *spin-off* por investigador

Una vez calculado para todas las universidades españolas con la información disponible, la clasificación resultante se muestra en el Cuadro 2.

¹¹ La construcción del ICEITRANSF sigue los parámetros del *Milken Index* (DeVol et. al, 2017). Pero presenta dos diferencias esenciales. Primera, se ha optado por utilizar la ponderación de los datos en función del número de investigadores, y no por la cantidad invertida, como se hace en el *Milken Index*. De esta manera, en vez de optar por el rendimiento económico que alcanza la institución por su transferencia, como se hace en el *Milken Index*, en el ICEITRANSF se tiene en cuenta la especialización en investigación al ponderar en función de la plantilla de la institución. La segunda es que se han tenido en cuenta los datos de los contratos de investigación, aspecto que en el *Milken Index* no está presente. Los contratos en el ICEITRANSF se entienden como los insumos en el proceso de transferencia, mientras que las patentes, pero sobre todo las licencias y *spin-offs* (los tres son los componentes del *Milken Index*) son sólo los productos (*output*). Al introducir los contratos lo que se refleja en ICEITRANSF es que la

transferencia es, desde el lado empresarial y social, un fenómeno de adquisición de conocimientos (en forma de licencias, patentes y *spin-offs*) basado en la interacción fruto del intercambio de conocimientos que, necesariamente, sucede en los proyectos de investigación y servicios contratados. Estas dos diferencias permiten al índice ICEITRANSF analizar el conjunto de las universidades españolas y apreciar los casos de universidades generalistas, como la UCM, la Pompeu Fabra y la UPV-EHU, esenciales en el sistema de transferencia y que de otro modo quedarían desplazadas por las politécnicas. Al aplicarse el *Milken Index* a las 3.429 universidades y centros de educación norteamericanos con actividad investigadora (según el Ranking Web de Universidades, www.webometrics.info) sólo 224 (un 7%) pasan a ser consideradas como merecedoras del estatus de “realizan transferencia”. En el caso español son 35 universidades de las 82 (un 43%) las que son consideradas como universidades que realizan transferencia.

**Cuadro 2. Clasificación de las Universidades españolas
según el Índice ICEITRANSF**

<i>Rankig</i> Índice <i>ICEITRANSF</i>	Universidad	Valor del Índice
1	Universidad Politécnica de Madrid	0.84
2	Universidad Politécnica de Valencia (UPV)	0.64
3	Universitat Politècnica de Catalunya	0.41
4	Universitat Pompeu Fabra	0.37
5	Universidad de Navarra	0.35
6	Universidad de Valladolid	0.34
7	Universidad de Santiago de Compostela	0.28
8	Universidad Miguel Hdez. de Elche	0.26
9	Universidad Carlos III de Madrid*	0.26
10	Universidad de Zaragoza	0.24
11	Universidad de Vigo	0.23
12	Universidad del País Vasco	0.23
13	Universidad De Burgos	0.20
14	Universidad de Barcelona	0.20
15	Universidad Pública de Navarra	0.20
16	Universidad de Sevilla	0.19
17	Universitat Autònoma de Barcelona	0.16
18	Universidad Autónoma de Madrid	0.15
19	Universitat de València	0.15
20	Universidad de Salamanca	0.13
21	Universidad de Cádiz	0.13
22	Universidade da Coruña	0.12
23	Universitat de Lleida	0.11
24	Universidad de Murcia	0.10
25	Universidad Ramón Llull	0.08
26	Universitat de Girona	0.08
27	Universidad de Castilla-la Mancha	0.07
28	Universidad de Córdoba	0.07
29	Universitat Rovira i Virgili	0.06
30	Universidad Complutense de Madrid	0.06
31	Universitat de les Illes Balears	0.04
32	Universidad de La Laguna	0.04
33	Universidad Rey Juan Carlos	0.03
34	Universidad Nacional de Educación a Distancia	0.02
35	Universitat Internacional de Catalunya	0.02

Fuente: Elaboración propia

* La Universidad Carlos III de Madrid no figura en el Cuadro 1 por falta de datos para hacer la clasificación clúster.

La posición relativa de las universidades lleva a observar que en las primeras tres posiciones se sitúan las universidades politécnicas, de Madrid, Valencia y Cataluña, centros que de manera más intensa desempeñan las tareas de intercambio y transferencia de conocimiento. A estas tres universidades le sigue la Universidad Pompeu Fabra. Estas cuatro universidades se integran dentro del primer clúster (ITC múltiple) que está caracterizado por valores medios más elevados en distintos indicadores de transferencia. A su vez, ese clúster está encabezado por la Universidad del País Vasco, que ocupa la 12ª posición en el *ICEITRANSF*, en la frontera entre el primer y segundo tercil del índice. Estas cinco universidades son la que ofrecen el perfil idóneo para encontrar en ellas grupos de investigación representativos de la actividad de intercambio y transferencia de conocimiento.

4.4. Los perfiles de las universidades elegidas

La descripción realizada en la sección anterior permite confirmar que hay un conjunto de universidades que aparecen de manera recurrente tanto en los indicadores de transferencia como de recursos y resultados. Esto justifica la elección de estas instituciones para el análisis, dado que representan las conductas más sobresalientes en materia de intercambio y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos, siendo probable que ese potencial se transforme en grupos de investigación de entre los cuales se puedan

escoger casos de estudio ilustrativos.

La selección de las universidades se ha realizado, por lo tanto, a la luz de la información de los distintos indicadores, el análisis *clúster* AC-DT, de donde se ha tomado la mejor situada –UPV-EHU– y el *ranking* de universidades *ICEITRANSF*, de donde se han tomado las primeras cuatro –UPM, UPV, UPC y UPF. Estas cinco universidades forman el grupo básico de estudio, entendiendo por tal un grupo de universidades que cuenta con una cultura de intercambio y transferencia de tecnología generalizada en sus estructuras administrativas, y que por tanto ofrecen entornos inmediatos favorecedores a sus grupos de investigación.

En este grupo se han incluido dos universidades más, que operan a modo de grupo de control. Se trata, por un lado, de la Universidad Complutense de Madrid, que está en el tercer clúster (ITC Público), donde ocupa la posición intermedia y representaría por sus características un modelo diferente al del grupo básico de estudio. Por otro lado, se ha incluido a la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) como universidad externa que no figuraba en los indicadores para realizar ni la clasificación por clústeres AC-DT ni el índice *ICEITRANSF*. De este modo se llega a la cifra de siete universidades que son las que a continuación se presentan.

Grupo básico de estudio

4.4.1. **Universidad Politécnica de Madrid (UPM)**

El *QS World University Ranking - 2019*,

publicado por Quacquarelli Symonds, sitúa a la UPM entre las cien primeras del mundo de esta clasificación con respecto a la empleabilidad. Cabe destacar la estrecha relación de la UPM con el sector empresarial, indicador en el que obtiene una puntuación de 91,2 sobre 100.

Su Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) se estructura en unidades especializadas en distintas vertientes de la transferencia, que a su vez se interrelacionan y trabajan de manera conjunta. Las cuatro áreas de trabajo son: Unidad de Propiedad Intelectual – Industrial, Unidad de Cultura Científica, Cátedras Universidad – Empresa, Colaboraciones Público – Privadas. Gracias a esta estructura de transferencia, la UPM se sitúa como una de las universidades españolas con mejores indicadores, según el Informe *RedOTRI-2016*.

Algunos datos destacables se resumen a continuación en relación con los cinco indicadores directos de transferencia:

- i. Ocupa el segundo puesto en Importe de Proyectos de I+D colaborativa con respecto al PDI, con 23.127.835 € y 2.970 PDI.
- ii. Está en el tercer puesto en Importe de Contratación de I+D+i con respecto al PDI, con 26.597.585 euros.
- iii. Ocupa el primer puesto en Ingresos por Licencias, con 592.238€.
- iv. También el primer puesto en número de Patentes Prioritarias Nacionales, y en creación de *spin-offs*, con 24.

Estos datos permiten observar el papel que la UPM otorga al intercambio y la transferencia de conocimiento, siendo una de las tres universidades españolas que mayor presupuesto invierte en esta cuestión; también atendiendo a los resultados que obtiene en los indicadores, siendo la universidad española que más ingresa por licencias, la que más patentes tiene y la que más *spin-offs* crea.

Es una universidad plenamente representativa del clúster AC-DT múltiple (intensivo en transferencia y diversificado). En ella residen un elevado número de grupos de investigación en campos muy variados, y cuyos resultados llegan a las empresas y a la sociedad, tanto a través de sus estructuras de intermediación, tales como la OTRI, como por iniciativas propias de los grupos de investigación como, sobre todo, por acciones conjuntas con instituciones regionales y nacionales de investigación. Por ejemplo, el *Centro de Tecnología Biomédica* (CTB-UPM) forma parte de la red CIBER del Instituto de Salud Carlos III en su área temática de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN) y del consorcio de la Comunidad de Madrid *Madrid Neurocenter* para el estudio integrado de desórdenes neurológicos¹².

4.4.2. *Universitat Politècnica de València (UPV)*

En la actualidad, la UPV está constituida por 13 centros universitarios, con una comunidad que está formada por cerca de

¹² El LBN-CTB-UPM ha dado origen desde 2009 a seis *spin-offs*, 27 patentes internacionales y tres

licencias de software. Más información en: http://www.ctb.upm.es/?page_id=836

34.000 estudiantes, 3.600 profesores e investigadores y 1.500 profesionales de administración y servicios, repartidos entre sus tres campus situados en Alcoy, Gandía y Valencia.

La OTRI de la UPV, que se denomina “Servicio de Promoción y Apoyo a la Investigación, Innovación y Transferencia (I2T)”, tiene como misión la promoción general de la I+D de la UPV, así como la protección y transferencia de los resultados de su investigación. Entre los servicios que ofrecen se encuentran los siguientes:

- Promoción de actividades y oportunidades de colaboración en I+D+i.
- Registro y protección de resultados I+D+i.
- Negociación y formalización de acuerdos de transferencia de tecnología.
- Elaboración de informes y estadísticas de actividad de I+D de la UPV.

Además, se organiza en diferentes secciones para facilitar el acceso al conocimiento y a los servicios en función del usuario, ya sea este investigador, estudiante, o empresa/innovador. Esta estructura de transferencia, en conjunto con otras como IDEAS UPV, orientada al apoyo al emprendimiento y creación de empresas de los estudiantes UPV, y el parque científico Ciudad Politécnica de la Innovación, concebido como un espacio para acelerar la generación de actividades intensivas en conocimiento, hacen de la Universitat Politècnica de València una de las universidades mejor situadas en

transferencia en la actualidad.

A partir del *Informe 2016 de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las universidades españolas (I+TC)* realizado por la *RedOTRI-2016*, pueden enunciarse algunos datos de interés en cuanto a su posición relativa:

- 3ª universidad española con mayor cuantía recibida en proyectos de I+D colaborativa.
- 5ª universidad española con mayor cuantía recibida en contratación de I+D+i.
- 2ª universidad española en ingresos por licencia de patentes, 4ª universidad española con mayor número de patentes prioritarias nacionales, y 2ª en número de extensiones de PCT.

Queda así reflejada la orientación de la UPV hacia la transferencia de conocimiento, logrando situarse como una de las universidades punteras en España en casi todos los indicadores. Al igual que en el caso de la UPM, la UPV presenta un comportamiento dentro del clúster AC-DT que indica unas buenas dinámicas tanto en la captación de relaciones con las empresas como de interrelación con la Administración. Un ejemplo destacado en este doble sentido es el Instituto de Tecnología Química (ITQ). Se creó en 1990 de manera conjunta entre la UPV y el CSIC a iniciativa de los investigadores Jaime Primo y Avelino Corma. Hoy en día supera los 200 investigadores y

... ha generado más de 150 solicitudes de patentes, de las que 80 han sido

desarrolladas directamente a través de contratos de I+D con empresa. Las otras están registradas conjuntamente por la UPV y el CSIC, estando 25 de ellas licenciadas a empresas. Asimismo, cinco de las tecnologías de grandes procesos desarrolladas por el ITQ están siendo explotadas comercialmente y dos más se encuentran ya en planta de demostración¹³.

Dos de las claves para entender el excelente comportamiento en intercambio y transferencia de conocimiento en el ITQ es la acumulación de capital humano, a cuya cabeza se sitúa Avelino Corma¹⁴, y que la institución cuenta con una estructura de gobernanza autónoma que incluye su propia gerencia y contar con su departamento especializado en transferencia.

4.4.3. *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*

En 2012 se ubicó como la mejor universidad politécnica de España y en el número 77 del ranking mundial de universidades de ingeniería y tecnología según el ranking *QS World University*.

Se encuentra distribuida en nueve campus situados en los municipios de Barcelona, Casteldefels, Manresa, San Cugat del Vallés, Tarrasa y Villanueva y Geltrú. Entre estos campus suma 20 centros docentes, 42 departamentos, 10 institutos universitarios de investigación y 201 grupos de

investigación. La comunidad UPC está formada por 58.200 Alumni, 3.093 Personal Docente e Investigador (PDI), 1.967 Personal de Administración y Servicios (PAS) y 30.155 estudiantes de 70 grados, 73 máster y 48 programas de doctorado.

La OTRI de la UPC toma el nombre de Centro de Transferencia de Tecnología. Tiene como misión conectar a los entes de investigación de la UPC con las empresas mediante la transferencia de resultados. También es su objetivo proporcionar las mejores alternativas tecnológicas y facilitar el asesoramiento estratégico en financiación pública para el desarrollo de proyectos de I+D+I. En la actualidad está compuesto por cuatro unidades: Servicio de proyectos y captación de recursos; Servicio de gestión económica de I+D; Unidad de asesoría y apoyo laboral a la investigación; y Oficina técnica de I+D+i. Gracias a esta estructura la UPC, logra unos resultados en transferencia notables, algunos de los cuales se resumen a continuación:

- 2.190 empresas y entidades con convenio de colaboración.
- 8 empresas creadas y participantes en el Programa Innova.
- 68 patentes nacionales e internacionales.

Estos resultados, en conjunción con otros, sitúan en un lugar preferente a la UPC en el *Informe 2016 de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las*

¹³ Más información en: <https://itq.upv-csic.es/sobre-itq/historia>

¹⁴ Avelino Corma, con un índice H-145, junto con Hermenegildo García (H-95), ambos miembros del ITQ se encuentran entre los científicos más citados

del mundo según la clasificación *Highly Cited Researchers* (HCR) de 2019. Más información en: <https://recognition.webofsciencegroup.com/awards/highly-cited/2019/>

universidades españolas (I+TC) realizado por la *RedOTRI-2016*; en concreto:

- 4ª universidad española con mayor cuantía recibida en proyectos de I+D colaborativa.
- 6ª universidad española con mayor cuantía recibida en contratación de I+D+i.
- 5ª universidad española en ingresos por licencia de patentes, 2ª universidad española con mayor número de patentes prioritarias nacionales¹⁵, y 3ª en número de extensiones de PCT.
- 3ª universidad española con más empresas *spin-off* creadas en el año.

Queda así patente el objetivo del Centro de Transferencia de Tecnología de la UPC de servicio de todas las empresas, tanto de las grandes como de las PYME, de las instituciones públicas o privadas, y de las entidades de cualquier tipo que quieran beneficiarse de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que lleva a cabo la UPC. Este espíritu ligado a la actividad empresarial y a la transformación de la sociedad está en la UPC desde su formación en 1972 a partir de varias escuelas técnicas superiores. Al frente de la misma se situó Gabriel Ferraté, uno de los pioneros de la informática y la automática en España que puso en marcha varias empresas claves en el avance tecnológico de la economía española, así como el Instituto de Cibernética en 1975. Dicho instituto ha dado origen a su vez al Instituto de

¹⁵ Una patente prioritaria hace referencia a que es una patente que da origen desde su registro en un primer país a una familia de patentes al irse patentando en otros.

Organización y Control de Sistemas Industriales (IOC) en 2003 y al instituto mixto con el CSIC denominado *Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI)*, creado en 1995. El IRI ha generado más de cincuenta contratos de transferencia de tecnología con empresas como Google, Amazon y SEAT y ha participado en la creación de varias *spin-offs* como Datision y cuenta con uno de los programas de doctorados industriales más desarrollados¹⁶.

4.4.4. *Universidad Pompeu Fabra (UPF)*

Se trata de la única universidad española entre las 200 mejores del mundo según la clasificación académica de universidades del *Times Higher Education* (THE). Es la universidad española más eficiente según el ranking CYD y la más productiva según *U-Ranking* y ocupa el primer lugar en el *ranking* nacional de productividad científica desde 2009. Está organizada en tres campus, la Ciutadella, Poblanou y del Mar, con siete facultades y una Escuela de Ingeniería, la UPF cuenta con 10.161 estudiantes de 26 grados, 1.168 estudiantes de 32 máster, 1.117 estudiantes de 9 programas de doctorado.

La OTRI de la UPF tiene como misión promover la transferencia de tecnologías y conocimientos generados en la universidad, apoyando a los investigadores en su interacción con la sociedad y en la valorización de los resultados de su investigación, para fomentar así el espíritu

¹⁶ Más información en: <https://www.iri.upc.edu/index.php>

emprendedor entre la comunidad universitaria. Entre sus funciones se encuentran las siguientes:

- Identificar y gestionar la oferta de tecnologías y conocimientos de la UPF.
- Asesorar y gestionar la propiedad industrial e intelectual (software).
- Asesorar, negociar y gestionar las licencias y contratos de transferencia.
- Cerrar y gestionar fuentes de financiación para proyectos de valorización y empresas de base tecnológica.
- Fomentar la cultura emprendedora en la universidad asesorar a emprendedores
- Organizar acciones formativas, conferencias, quedadas de emprendedores, talleres y actividades de networking
- Acompañamiento en la búsqueda de financiación
- Gestionar los Espacios de Incubación UPF-Business Shuttle

Esta extensa gestión de transferencia ha permitido a la universidad situarse entre las universidades mejor posicionadas en este ámbito, lo que queda reflejado también en el *Informe 2016* de la RedOTRI con los datos siguientes:

- 8ª universidad española con mayor cuantía recibida en proyectos de I+D colaborativa por Personal Docente e Investigador (PDI).
- 5ª universidad española con mayor cuantía recibida en contratación de

I+D+i por PDI.

- 8ª universidad española en ingresos por licencia de patentes por PDI.

Ello confirma la vocación de la universidad de traspasar los muros de la institución para crear sinergias con la sociedad y contribuir así al bienestar y a la creación de valor. En términos relativos a su tamaño es la universidad con mayor vinculación a centros con la nominación de centros de excelencia Severo Ochoa y unidades María de Maeztu: Departamentos de Ciencias Experimentales y de la Salud (DCEXS) y de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (DTIC), ambas unidades de excelencia María de Maeztu; y la Barcelona Graduate School of Economics (Barcelona GSE) y el Centro de Regulación Genómica (CRG), centros de excelencia Severo Ochoa. Precisamente el CRG creado en el año 2000 como un centro internacional con la participación de la Generalitat, el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Fundación "la Caixa" y la UPF. Cuenta con 400 investigadores divididos en 30 grupos de trabajo y en 2018 logró situarse en el quinto puesto en producción científica en el *Mapping Scientific Excellence Worldwide*¹⁷. El CRG no sólo ofrece un alto número de publicaciones, sino que además cuenta con un servicio propio para la transferencia y la creación de empresas que es la Technology and Business Development Office (TBDO) y tiene la capacidad de licenciar conjuntos de tecnologías (no patentes individualmente) y mantener un programa de emprendedores que residen temporalmente en el centro¹⁸.

¹⁷ Más información en: <http://www.excellencemapping.net/about.html>

¹⁸ Más información en: <https://tbdo.crg.eu/>

4.4.5. *Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibersitatea (UPV/EHU)*

La UPV/EHU adquiere su actual carta de naturaleza en 1980, sobre el precedente de la antigua Universidad de Bilbao e inspirándose en la Universidad Vasca de 1936. Está distribuida en tres campus —uno por cada uno de los territorios históricos de la actual Comunidad Autónoma Vasca— que agrupan a 20 facultades y escuelas. La UPV/EHU muestra una realidad pujante. Compuesta por más de 50.000 personas, es responsable del 70% de la investigación que se desarrolla en Euskadi.

La OTRI de la UPV/EHU, llamada Dirección de Relaciones con la Empresa, actúa como organización de interfaz entre la investigación universitaria y el entorno socioeconómico, conectando las necesidades de innovación y mejora de las empresas e instituciones con el conocimiento generado por los grupos de investigación de la universidad. Para desarrollar su misión, la Dirección de Relaciones con la Empresa “facilita la incorporación en la sociedad de los resultados de las investigaciones, canaliza las demandas de las empresas e instituciones hacia los grupos de investigación, asesora sobre el acceso a la financiación pública en programas de I+D+i y orienta sus actuaciones hacia el objetivo final de incorporar el conocimiento básico al desarrollo tecnológico y completar la cadena de valor hasta su aplicación social.”¹⁹ Así, entre los servicios que llevan

a cabo con las empresas se encuentran los siguientes:

- Colaboración en I+D.
- Asesoramiento, formación y Aulas Universidad-Empresa.
- Licencias de patentes/ Tecnologías/ Know How.
- Demanda de servicios.
- Programas de creación de empresas.
- Servicios generales de investigación (SGIKER).

Esta estructura ha logrado una gestión eficiente que ha situado a la UPV/EHU entre las mejores universidades españolas en el campo de la transferencia, tal como se refleja el *Informe RedOTRI-2016* a partir de la siguiente información:

- 2ª universidad española con más empresas *spin-off* creadas en el año, 3ª si se relativiza por PDI.
- 7ª universidad española con mayor cuantía recibida en proyectos de I+D colaborativa.
- 11ª universidad española con mayor cuantía recibida en contratación de I+D+i.
- 7ª universidad española más grande.
- Entre las 10 universidades españolas con mayor producción científica.

Con todo ello, se confirma que existe una clara voluntad por parte de la universidad de colaborar con entidades públicas y privadas en todos aquellos proyectos que favorezcan la transferencia y el intercambio de

¹⁹ Más información en:

<https://www.ehu.eus/es/web/lascarayikergunea/ieeb>

conocimiento. En buena medida son las iniciativas públicas las que acogen este tipo de actuaciones. En este sentido el *BC3 Basque Centre for Climate Change* es un buen ejemplo. *BC3* es una iniciativa detrás de la cual está la *Inhobe*, *Ikerbasque* y la *UPV/EHU*. La primera es una Sociedad Pública adscrita al Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco y la segunda es la Fundación Vasca para la Ciencia, también promovida por el Gobierno Vasco. Fue creado en 2008 y cuenta con 51 investigadores y seis especialistas en proyectos e intercambio de conocimiento, puesto que la transferencia que se hace desde el *BC3* está muy ligada a la colaboración con organismos regionales, nacionales e internacionales implicados en las políticas de cambio climático. El *BC3* colabora con el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change /ONU), es asesor de las convenciones UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), del Ministerio de Transición Ecológica, del Ministerio de Medioambiente italiano, de los gobiernos regionales de Valencia, Nagoya y Catania, así como los locales de Durban (Sudáfrica), San Sebastián y Bilbao.

La universidad posee seis centros de excelencia, lo que la sitúan en primer lugar en el panorama nacional²⁰.

²⁰ La UPV tiene uno, la UPM dos, la UPF cuatro.

²¹ La UCM por su tamaño se puede equiparar a la Universitat de Barcelona, que cuenta con 5.696 profesores e investigadores y 63 estudiantes,

Grupo de control

4.4.6. Universidad Complutense de Madrid (UCM)

La Universidad Complutense de Madrid dado su tamaño (5.825 profesores e investigadores y 72.000 estudiantes), la variedad de grados y la posición que ocupa en los clústeres AC-DT e índice *ICEITRANSF* es representativa de la universidad española. El contraste del entorno inmediato (el que proporciona institucionalmente la propia universidad) en el que operan sus grupos de investigación de la UCM frente a los entornos que proporcionan sus universidades a los grupos de investigación del *grupo básico de estudio* resulta revelador del contraste que se está produciendo en la universidad española²¹.

La UCM logra buenos resultados de transferencia siempre que no se ponderen (ver índice *ICEITRANSF* para la ponderación), tal como se recoge en el *Informe RedOTRI-2016*:

- Cuenta con la mayor base investigadora en términos absolutos en número de investigadores.
- Es la primera universidad española en cuanto a producción científica, tanto en número de tesis dirigidas como en artículos en revistas de la WOS.
- Es la 4ª universidad española en cuanto a número de patentes prioritarias nacionales.

pero a diferencia de la UCM, la UB lidera 5 centros con mención Severo Ochoa o María de Maeztu y la UCM sólo participa en dos sin liderar ninguno.

- Es la 10ª universidad española en cuanto a importe de contratos de I+D.

En consecuencia, la UCM cuenta con numerosos grupos de investigación, en campos muy variados, lo que crea una notable dispersión, un reducido número de investigadores por grupo y la falta de institutos de investigación y transferencia basados en el autogobierno. Pero estas situaciones no suponen que los resultados de las investigaciones de los grupos no lleguen a las empresas y a la sociedad. Por ejemplo, la investigadora Celia Sánchez Ramos, reconocida en 2009 por la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) como mejor inventora internacional y en 2010 por la ONU como una de las mejores investigadoras del mundo, en ambos casos por el desarrollo de los filtros ópticos CSR, ha generado más de diecisiete familias de patentes y una empresa para la producción y comercialización de los filtros (Alta Eficacia Tecnología S.L), todo ello a partir de estructuras clásicas, como son los laboratorios de la Facultad de Óptica y el grupo de investigación en *Neuro-Computacion* y *Neuro-Robotica* compuesto por cinco miembros.

La UCM presenta un problema de escalabilidad de sus grupos de investigación y de gestión de la transferencia. El entorno inmediato con el que cuentan los grupos es relativamente pobre. La OTRI de la UCM se creó en 1989 con el objetivo de favorecer las relaciones entre las empresas y la universidad, pero sus objetivos a día de hoy

siguen estando marcados por prioridades primarias (elaborar un banco de datos de líneas de investigación, identificar los resultados transferibles generados por los investigadores y las necesidades de las empresas y asesorar a los investigadores en la elaboración de contratos, propuestas y patentes) y cuenta sólo con veintiún personas²². No obstante, a esta estrategia de transferencia e intercambio de conocimiento al tejido productivo, se debe sumar también la participación en el Parque Tecnológico de Madrid, situado en el campus de Cantoblanco de la Universidad Autónoma de Madrid, donde ambas universidades buscan la potenciación de un clúster en el que interactuar con organismos como el CSIC, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), la Cámara de Comercio e Industria de Madrid, el Banco Santander y los Ayuntamientos de Madrid y Tres Cantos y las empresas privadas instaladas.

4.4.7. *UNIR – Universidad Internacional de La Rioja*

UNIR se creó en 2009 en Logroño (España) como sede inicial, en la actualidad suma a ésta las de México, Colombia, Perú, EE. UU., Argentina y Bolivia. Su objetivo es convertirse en la principal universidad on-line netamente internacional en español. Cuenta con más de 2.500 docentes. Uno de sus objetivos estratégicos en investigación y transferencia está centrado en el propio modelo de negocio de una universidad online: la investigación relacionada con el

²² La UB realiza la función de gestión de la transferencia de conocimiento a través de la

Fundació Bosch i Gimpera que cuanta con 54 personas para dicha labor.

aprendizaje virtual o *e-learning* y la transferencia de conocimiento a la sociedad, especialmente en materia de cultura, emprendimiento, empleo y solidaridad, para llevar la educación a los más desfavorecidos por medio de las nuevas tecnologías (UNIR, 2019).

A pesar de ser una universidad joven, su producción científica está experimentando un constante crecimiento. Conocer la marcha de alguno de los grupos de investigación de UNIR permite contrastar con los grupos de investigación del *grupo básico de estudio* la emergencia de nuevos modelos de universidad y el peso que en

ellos tiene la transferencia de conocimiento.

Bibliografía

RedOTRI (2017). Informe 2016 de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las universidades españolas (I+TC). Madrid: RedOTRI España.

UNIR (2019). *Plan Estratégico de Investigación UNIR (PEIUNIR) 2021-2024*. Logroño: UNIR. Disponible en: https://static.unir.net/documentos/Plan_estrategico_investigacion_unir_2020_2024.pdf

TERCERA PARTE

LOS ESTUDIOS DE CASO



5. La transferencia y el intercambio de conocimiento en diez de grupos de investigación

Santiago M. López y Marta Plaza (IECyT – Universidad de Salamanca)

5.1. Introducción: universidad conectada, universidad ciudadana y universidad *glocal*

En 2009 la organización NESTA (National Endowment for Science, Technology and the Arts) realizó dos estudios (Kitson *et al.*, 2009 y Goddard, 2009) en los que desarrollaron dos conceptos sobre la evolución que estaban teniendo las universidades: el concepto de “universidad ciudadana” (*civic university*) y el de “universidad conectada” (*connected univeristy*)²³.

Veamos los dos conceptos:

- 1) Universidad ciudadana. Este concepto, desarrollado por Goddard (2009), hace referencia a la implicación de una universidad en el avance cultural de su entorno urbano. La conexión que se crea entre la universidad y su ciudad se basa en la participación ciudadana en las actividades culturales en conjunto, pero especialmente en las relacionadas con la ciencia, la tecnología y la creatividad.

- 2) Universidad conectada. Kitson *et al.*, 2009 indicaron que detrás de este concepto estaba un proceso por el cual una universidad pasaba de ser una entidad básicamente de educación e investigación, a ser un centro de movilización de la innovación tecnológica en la sociedad. Esta transformación genera la concentración de empresas e iniciativas de base tecnológica. El intercambio y la transferencia de conocimientos son la actividad fundamental a la hora de que se formen empresas conjuntas (industria-universidad), surjan nuevos centros de investigación y empresas de base tecnológica y se establezcan relaciones internacionales basadas en contratos de investigación y ventas de licencias y tecnologías²⁴.

Ambos estudios coincidían en que estas universidades prosperan en entornos ricos económica y culturalmente, operando como elementos esenciales de la renovación del tejido productivo. Esta capacidad de

²³ Los conceptos desarrollados por NESTA para analizar a las universidades tuvieron una notable influencia en las conformaciones, por parte de las autoridades europeas, de las estrategias de especialización inteligente RIS3 (Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation), European Commission (2011 y 2014a).

²⁴ David Sainsbury, rector de Cambridge, en la presentación del estudio de Kitson *et al.* (2009, 3) indicaba que era un fenómeno que ya había ocurrido en el decenio de los noventa en EE.UU., con el MIT y las universidades de Berkeley, Stanford y Austin.

renovación no provendría de la puesta en el mercado laboral de graduados, sino la formación de postgrado (máster y doctorado). Sería esta especialización la que generaría las conexiones con las empresas y la sociedad a través de estancias mixtas de investigadores, prácticas de estudiantes postgraduados y, sobre todo, gracias a los denominados “doctorados industriales”²⁵.

En la práctica es difícil discernir claramente un modelo de otro, pues las universidades avanzadas van a seguir estrategias que mezclan ambas tipologías. Ahora bien, las universidades ciudadanas son más reactivas, obedecen más al empuje de la sociedad que las circunda, mientras que las conectadas son más atractivas. Ellas son las que presionan al tejido empresarial circundante o lo atraen.

Tal y como señalan Kitson *et al.* (2009), alcanzar la condición de universidad “conectada” es un proceso lento y lleno de mutaciones desde dentro de la universidad. Se empieza estableciendo un primer enclave basado en la relación entre un grupo de investigación de la universidad y una empresa. Entre ambos se establece un intercambio de conocimiento referido a una tecnología específica. Nace así un “enclave tecnológico” que estará formado por un pequeño grupo de investigadores de las dos organizaciones unidos por relaciones de confianza.

Con el tiempo esos grupos mixtos aumentan su actividad y presionan para que la universidad se transforme en lo que Kitson *et al.* (2009) denominan “*commercial university*”. Con este apelativo lo que quieren destacar es la creación en la universidad de los mecanismos, reglas e instituciones que permiten comercializar el conocimiento: las OTRI.

Gracias a las OTRI las universidades desarrollan una apreciable actividad de venta de licencias de patentes y creación de *spin-offs*. Esto es un proceso que, por ejemplo en España, parte sustancial de las universidades han llevado a cabo, tal y como hemos visto en los capítulos anteriores. Ahora bien, lo que Kitson *et al.* (2009) remarcan es que se llega a un momento en el que los grupos de investigación reclaman estructuras más potentes y ágiles que las OTRI a la hora de gestionar el intercambio y la transferencia de la tecnología. Es el momento en el que, primero, las OTRI se transforman en unidades más operativas y, segundo, las autoridades académicas tienen que trasladar a toda la comunidad científica el cambio de mentalidad que implica aceptar que la “tercera misión” (el intercambio y la transferencia de conocimiento) pasa a ser el eje primordial.

Aquellas universidades que consiguen concluir con éxito esta mutación inician la última fase para convertirse en universidades “conectadas”. Esta fase

²⁵ Un doctorado industrial es aquel donde el doctorando investiga la mitad de su tiempo en la universidad y la otra mitad en la empresa, o en una oficina pública o en una institución social que financia la mitad de su formación. Las estancias mixtas hacen

referencia a periodos largos en los que un investigador de una industria es contratado en la universidad con un fin concreto y temporal (no permanente) y viceversa. Estas dos actividades se dan en los niveles de postgrado y al amparo de institutos de investigación y fundaciones, y no en las facultades.

comienza cuando dentro de las universidades los grupos de investigación alcanzan una notable autonomía de gestión y decisión. Es un proceso que culmina en el momento en el que la universidad se involucra directamente en la creación y co-gestión de los clústeres tecnológicos. Esto se lleva a cabo a través de la creación de organismos donde confluyen los intereses e inversiones de las empresas, las fundaciones, las Administraciones Públicas y las universidades²⁶.

Introducir los conceptos de universidad ciudadana-reactiva y conectada-atractiva implica un cambio de perspectiva en el problema de entender qué es lo que falla en los procesos de transferencia. Nos permite poner el acento en el lado de la demanda, es decir, en el lado de las empresas, el Estado y las iniciativas sociales a la hora de analizar los fracasos.

David Edgerton (2012) lo señaló claramente hace unos años en su artículo titulado *Time, Money, and History*. A lo largo de la historia de las universidades hay que “seguir al dinero” (*Follow the money!*) para encontrar los centros que en cada momento han hecho la investigación de excelencia y una labor de transferencia de amplia repercusión. La mayoría de universidades situadas en zonas de potente crecimiento

económico terminan siendo las líderes en cada momento de la historia. Por supuesto, primero, no todas las universidades de las ciudades más emprendedoras lo consiguen. Como señalan Kitson *et al.* (2009), la mutación de universidad tradicional en universidad conectada es complicada. Segundo, pueden surgir estructuras más ágiles en la sociedad para sustituir la función del intercambio y transferencia del conocimiento, como por ejemplo los *medialabs* ciudadanos o los espacios de *coworking*²⁷.

Volviendo a la apreciación de Edgerton, se constata que es también aplicable a escala nacional. Tal y como hemos visto en el capítulo previo, se puede observar que en España son las universidades de las regiones más ricas las que mejores índices de investigación y transferencia presentan. Pero esto no quiere decir que no existan excepciones.

El fenómeno de las universidades conectadas y ciudadanas en España no es evidente para la opinión pública, no es algo generalizado y se está produciendo con retraso. Sin embargo, el país tiene urbes potentes económica y culturalmente. Ciertamente Madrid y Barcelona superan a Berlín y Milán como clústeres tecnológicos, según el *Global Innovation Index* de 2018

²⁶ Un ejemplo paradigmático de este tipo de evolución de una universidad provocado desde un enclave tecnológico altamente internacionalizado es el caso del ITQ con la Universitat Politècnica de València, tal y como se refleja en el artículo de Castro Martínez y Fernández de Lucio (2007).

²⁷ Un buen ejemplo de un *medialab* ciudadano es Midialab Prado, cerca del Paseo del Prado en Madrid (<https://www.medialab-prado.es/>). Los espacios de *coworking* tienen una componente social que va más

allá del alquiler de un espacio para trabajar. Nacieron como ámbitos en los que grupos de personas comparten valores y están interesados en intercambiarse conocimientos. El Tech Liminal en Oakland fue el primero. Originalmente se llamó Technology Hotspot and Salon (<https://techliminal.com/about-us/>)

(Cornell University, 2018). Pero sus universidades aparecen más bien desconectadas de sus ciudadanos y empresas. Esta discusión lamentablemente suele zanjarse diciendo que el problema es de oferta. Es decir, se apela a la mala calidad de las universidades. Se obvia sistemáticamente el análisis por el lado de demanda. En este sentido, basta con recoger la opinión escandalizada de cualquier periódico cuando sale el *World University Ranking* (conocido como *ranking* de Shanghái). Todos los rotativos remarcan año tras año que ninguna universidad española está entre las cien primeras del mundo.

Sin embargo, el estudio sobre la *Cultura Científica Empresarial* realizado por el CSIC y el IECyT más bien vuelve a poner el problema en el lado de la demanda. Sus autores indican que la preocupación de las empresas españolas por la actividad científica es reducida en términos absolutos y en comparación con otras economías²⁸. El interés de nuestras empresas por contratar científicos consolidados, no sencillamente egresados, provenientes de universidades o centros públicos de investigación, es el más bajo de la Comunidad Europea²⁹. Las empresas, los políticos y los ciudadanos no valoran suficientemente el enfoque científico para la resolución de los problemas.

²⁸ Sólo el 8,5% de las empresas están dispuestas a contratar un científico que se dedique a investigar sobre temas relacionados con su sector Rey-Rocha y López-Navarro (2018, 94-95) y Rey-Rocha, Muñoz vanden Eynde y López-Navarro (2019).

²⁹ Ante la pregunta “Su empresa puede trabajar estrechamente con organizaciones públicas de investigación en proyectos de innovación” la

Es evidente que hay un desconocimiento mutuo, cuando no una cierta desconfianza, tal y como se desprende de algunas de las respuestas de la encuesta *EXTRA* (capítulo 3). Se constata una incompreensión mutua de los valores de unos por parte de los otros. Es decir, falta conexión y puntos de encuentro. En consecuencia, no hay cultura en común. De las tablas 11, 12 y 13 del capítulo 3 se puede deducir que sólo entre el 20 y el 33% de los investigadores opina que la tarea de intercambio y transferencia de conocimiento tiene relevancia para el entorno externo socioeconómico. No es de extrañar que el 20% de los encuestados nunca haga labores de transferencia y otro adicional 30% lo haga ocasionalmente³⁰.

Este problema de desconexión tiene un claro efecto. Se trata de la denominada “paradoja competitiva”. Con este término se quiere expresar que hay regiones con altos niveles de desarrollo económico que, paradójicamente, viven de espaldas a la investigación y la transferencia. Son regiones relativamente ricas, pero en las que sus capacidades de investigación y el peso de los sectores intensivos en conocimiento son comparativamente escasos. Es una paradoja que, dentro del ámbito europeo, afecta particularmente a tres regiones españolas: Navarra, País Vasco y Cataluña. Estamos hablando, tal y como ha quedado reflejado en el capítulo 4, de regiones con algunas de las mejores

respuesta de las compañías españolas es la más negativa de 34 países europeos, European Commission (2012, 42).

³⁰ De la tabla 5 del capítulo 3 se puede deducir que al menos un 20% ni siquiera ha realizado actividades informales de ITC.

universidades y, consecuentemente, con grupos de investigación relativamente más capacitados para la transferencia, pero la realidad es que son poco aprovechados por el tejido productivo.

A nuestro juicio la paradoja competitiva deriva de dos problemas. Por una parte, está la escasa intensidad en conocimiento tecnológico y científico de nuestras empresas. Como se ha indicado anteriormente nuestro tejido empresarial tiene un reducido interés en contratar ciencia. Por otra parte, están los obstáculos de índole institucional. Proceden de las incoherencias entre el diseño de las políticas científicas y sus homónimas industriales y tecnológicas. Ambos problemas se han ido resolviendo, pero aún hoy resulta vigente la aseveración que a principios del siglo XXI realizase COTEC para la Comunidad de Madrid sobre los grupos de investigación:

... los investigadores parecen disponer de un considerable grado de libertad para desarrollar y ofertar su capacidad investigadora, pero [es un modelo] en el que la mayoría de los equipos no tienen la masa crítica adecuada para acometer proyectos de envergadura mediana con garantías de continuidad. El relativamente escaso número de tecnologías ofertadas confirma la impresión de que buena parte de la oferta investigadora no está adecuadamente estructurada ni enfocada a las necesidades de la empresa. (COTEC, 2003, 88).

³¹ Como se ha indicado no todas las universidades tradicionales evolucionan totalmente y se convierten en conectadas. Pueden conformarse con permanecer en la fase de "enclave tecnológico".

³² El término *glocal* nace en los años ochenta en Japón a partir del término *dochakuka*, que vendría a significar que una persona vive localmente y

Este aserto nos pone en el origen de los problemas. Para enfrentarse a ellos, los grupos de investigación han ido tomando estrategias para estructurar adecuadamente su oferta investigadora. Esas estrategias han sido:

1. las de internacionalización,
2. las de mejora en la gobernanza de la institución donde se desarrolla la investigación y,
3. las de la especialización en función de las ventajas comparativas de índole socioeconómico.

Estas estrategias de los grupos operan como fuerzas en sus universidades y las van transformando para que sus estructuras se adapten a alguno de los dos modelos ya citados y un tercero que añadimos:

1. Universidad ciudadana. Los grupos de investigación de la universidad se especializan introduciendo más ciencia en las ventajas comparativas de índole económica y de amplia repercusión social en su ámbito cercano.
2. Universidad conectada. Los grupos de investigación evolucionan introduciendo cambios en la gobernanza para formar estructuras, principalmente institutos, con alto grado de autonomía en la gestión³¹.
3. Universidad *glocal*³². Los grupos de investigación se concentran en todos los aspectos del *e-learnig*, la

conectado globalmente. El término se popularizó en los años noventa por los sociólogos que analizaron la globalización, en especial Roland Robertson. El final de siglo vio aparecer el eslogan "Think global, act local" como explicación de *glocal*.

transformación digital de la sociedad y el estudio de todas las herramientas de *big-data*, inteligencia artificial e Internet de las cosas. La universidad salta a la Red y se especializa en la docencia on-line. El fenómeno empezó a principios del siglo XXI, cuando algunas universidades niponas, en especial la de Waseda, utilizaron el término *glocal* para definir sus campus virtuales y se creó el *Cyber University Consortium* (CUC) con el apoyo de la NTT DoCoMo y la adhesión de 79 universidades de 21 países. El objetivo era estructurar la universidad del siglo XXI en la Red para toda Asia.

En este capítulo presentamos el resultado de diez entrevistas en profundidad a los responsables de otros tantos grupos de investigación españoles que practican una constante labor de intercambio y transferencia de conocimientos. Nuestro objetivo es reconocer en ellos esa fuerza de arrastre sobre sus universidades para convertirlas en universidades conectadas, ciudadanas y *glocales*.

Las diez entrevistas se han hecho a responsables de grupos que pertenecen a las siete universidades seleccionadas en el capítulo 4 y que están situadas en las regiones españolas con índices de desarrollo por encima de la media española, tanto económicos como sociales (Madrid, Barcelona, País Vasco y Valencia).

Cada uno de los grupos ha sido escogido por las autoridades académicas o expertos en estudios CTS (Ciencia Tecnología y Sociedad) de sus universidades. Esto último ha sido así en el caso de la UCM y la UPV porque dentro

de nuestro equipo hay expertos que ya han analizado o conocen sus propias regiones y universidades.

Tal y como se ha mostrado en el capítulo cuarto, las universidades escogidas han obtenido una calificación alta en el índice *ICEITRANSF* o están presentes en el grupo "ITC múltiple" de la *clasificación AC-DT*. Una buena posición en el índice de las universidades asegura que muchos de sus grupos de investigación tienen una notable trayectoria y masa crítica en materia de intercambio y transferencia (ver Cap. 4).

El capítulo presenta tres partes. En la primera se expone el esquema conceptual que permite ordenar cómo sucede el proceso de Intercambio y Transferencia del Conocimiento (proceso de ITC). En la segunda se presenta el entorno externo socioeconómico en el que la universidad está inserta. En la tercera parte se exponen los casos siguiendo la pauta del proceso de ITC, poniendo el énfasis en cómo cada grupo consigue que sus conocimientos tengan repercusión y eludan los obstáculos. En la tercera se ofrecen las conclusiones.

5.2. El proceso de Intercambio y Transferencia del Conocimiento: descripción

La transferencia suele ir acompañada y precedida por el intercambio de conocimiento. No existe un proceso lineal de transferencia desde la ciencia a la industria. Lo primero que suele suceder es un intercambio de información. Ese intercambio conlleva más información sobre las formas de hacer las cosas y establecer

relaciones de confianza, que datos, fórmulas o venta de licencias de patentes.

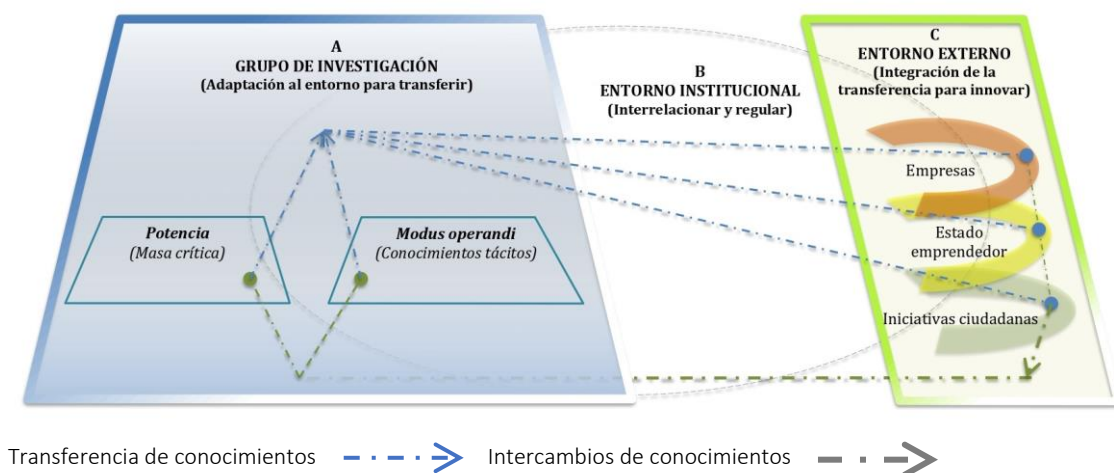
Con esta perspectiva se ha construido la Figura 1. Se trata de un esquema interpretativo del proceso de intercambio y transferencia del conocimiento entre los grupos de investigación (“A”, con la forma de trapecio en la Figura 1) y su entorno socioeconómico (“C” con la forma de paralelogramo). Pero perfectamente podría leerse al contrario y girar en el espacio la composición.

Como puede apreciarse se han elegido estas formas para transmitir la idea de que encajan entre ambas. Ahora bien, ese encaje está mediatizado por el entorno institucional (“B”). Es un entorno que se compone de las normas y reglas de las universidades y de las autoridades regionales y estatales en materia de política

científica. En la Figura 1 tiene la forma de elipse y se ha situado como un trasfondo de las relaciones entre A y C. El entorno institucional abarca A y C porque tiene que ver con ambos. Por ejemplo, la política científica sale del Estado, pero lo hace con presiones/sugerencias de la comunidad investigadora, de los ciudadanos y de las empresas. A su vez, las reglas y valores de las universidades no son un ente externo a los grupos de investigación universitarios.

El entorno externo (C) está compuesto por empresas innovadoras, iniciativas ciudadanas, por ejemplo de fundaciones que persiguen innovaciones y cambios de tipo social apoyándose en criterios científicos, y por acciones públicas propias del Estado emprendedor, como son los programas especiales para el desarrollo de una tecnología.³³

Figura 1. El proceso de Intercambio y Transferencia del Conocimiento (proceso ITC)



³³ Es esencial diferenciar el Estado que aporta fondos para la investigación, donde la política científica está supeditada a la económica, del Estado emprendedor donde la política científica y tecnológica fomentan el

establecimiento de programas tecnológicos entendidos como retos científicos que asume el Gobierno, las empresas y los ciudadanos (Fumero y Ullastres,2017).

La relación que se establece entre ambos, A y C, no es un flujo lineal. La interconexión puede surgir en cualquier punto del ciclo. Incluso puede ser propiciada por el entorno institucional (B). Surja donde surja la interconexión es un proceso que va a dar lugar a un intercambio de conocimiento y tiene la potencialidad de transformarse en una transferencia. Tanto la transferencia como el intercambio se componen de conocimientos tácitos y explícitos. Los conocimientos explícitos son conceptos, pruebas, datos y demostraciones que son aportados, principalmente por el grupo de investigación, para la justificación y defensa de los conocimientos basándose en el método científico. Los conocimientos tácitos son elementos no estrictamente científicos relacionados con las estrategias y habilidades que pueden influir en el éxito de la transferencia.

El grupo de investigación sabe que en muchas ocasiones su iniciativa sólo tendrá un retorno en forma de intercambio de conocimiento y que se corre el riesgo de que ese intercambio no sea del todo positivo. Recuérdese en este sentido que en la tabla 9 del capítulo 3, entre el 13 y el 7% de los científicos que han interactuado en procesos de ITC opinan que han sufrido situaciones como el abandono de líneas de investigación, la merma del rigor científico e incluso el deterioro de la carrera científica y la pérdida del prestigio. En este caso se trata de iniciativas en las que la parte de transferencia falla y causa serios costes. Pueden fallar porque no superan las trabas institucionales provocadas por: la política científica, las reglas de su universidad, la gestión del conocimiento en la empresa, las

prioridades del Estado y las dinámicas ciudadanas.

Incluso cuando las transferencias fallan generan un retorno de conocimientos tácitos hacia el grupo de investigación. Se trata de aprender de los errores desarrollando la habilidad para superar los obstáculos. Esto es un intercambio de conocimiento absolutamente esencial para los grupos de investigación. Estos retornos pasan a formar parte de los conocimientos tácitos del grupo de investigación y permiten aumentar la adaptación del grupo investigador a ambos entornos (B y C).

Es complicado cuantificar la cantidad de iniciativas fallidas. Los investigadores consideran que sus interacciones han sido bástate o muy importantes para las empresas y la sociedad (tabla 11, punto 8 del capítulo 3) y para ellos mismos (Tabla 12, punto 9 del capítulo 3), hasta el punto de puntuar entre el 76 y el 66%.

En los casos en que las iniciativas consiguen convertirse en transferencias se integran en los agentes del sector exterior (empresas, Administraciones Públicas e iniciativas ciudadanas). Pero también generan retornos de conocimientos explícitos y tácitos que son integrados, de nuevo, por los grupos de investigación.

A partir de aquí el proceso de integración puede avanzar hacia el de innovación, que queda fuera del ámbito del presente estudio. Es aventurado estimar el porcentaje de las iniciativas que logran integrarse plenamente en los agentes del entorno externo. En este sentido,

analizando la tabla 6, punto 3 del capítulo 3, puede estimarse que estaría entre un 44% y un 20% (sumatorio de los puntos 5, 6, 8 y 10 de la tabla 6).

Si bien un proceso de intercambio y transferencia puede ser absorbido por una empresa o entidad social o pública, lo cierto es que su transformación en innovación ya depende de otras políticas (tecnológica, industrial y cultural) y reglas y valores de los agentes que pueden facilitar, entorpecer y tirar de los procesos ITC para que se consoliden y surjan las innovaciones. En cualquier caso, a esta fase sólo llegarían una cifra pequeña de los procesos. Partiendo de la tabla 7 del capítulo 3 podría estimarse que entre un 3% y un 9% de todas las iniciativas de intercambio y transferencia terminan en la creación de empresas o explotación de patentes. Este pequeño monto puede elevarse, ya que las innovaciones en los ámbitos no empresariales, en particular las mejoras en la gestión, se dan pero son difíciles de cuantificar.

El éxito o fracaso de los procesos ITC depende de que cada componente pueda llevar a cabo su función. La del grupo de investigación es la de adaptarse al entorno inmediato y exterior. Su misión es transferir con el mayor nivel de éxito posible. Por su parte, el entorno institucional actúa como intermediario entre el grupo y los agentes sociales, facilitando y regulando la integración de los conocimientos. Por último, la tarea principal del entorno exterior, desde el punto de vista del grupo de investigación, es la de ser capaz de integrar las transferencias, aunque socialmente su misión es convertirlas en

innovaciones y cambios en las formas de hacer funcionar la sociedad.

Veamos cada componente en detalle.

“A” – Grupo de investigación.

Todo grupo de investigación a la hora de querer transferir tiene que adaptarse a los agentes sociales del entorno externo en el que quiere introducir su conocimiento o desde el que le demandan su conocimiento. Siguiendo el esquema conceptual de la Figura 1 se puede decir que esta capacidad de adaptación depende de la potencia del grupo (la masa crítica para investigar) y del *modus operandi* del grupo (conocimientos tácitos a la hora de transferir).

La masa crítica para investigar está en función de:

- la composición del grupo (su capital humano),
- los conocimientos explícitos de orden científico y tecnológico que posee (propios y procedentes del contacto con otros grupos de investigación),
- los conocimientos sobre el estado del arte (tecnológico, científico y social) de la materia en que investigan y
- los medios e instalaciones con los que se cuenta.

Por otro lado, está el *modus operandi* del grupo, el cual se ve determinado por el hecho de que en toda iniciativa, intercambio y transferencia hay conocimientos tácitos en juego, que son:

- las estrategias, compuestas por:
 - la visión o rumbo general que decide el grupo para sus iniciativas y procesos de intercambio y transferencia, y
 - la optimización de recursos, costes e intercambios a conseguir en cada uno de los seis pasos.

- las habilidades, desarrolladas para
 - diseñar las iniciativas con el fin de que siempre proporcionen el mayor retorno posible en forma de intercambios,
 - superar los obstáculos o aprovecharse de las facilidades que presentan los entornos inmediato y externo, y
 - conseguir integrar las transferencias en los procesos de innovación.

“B” – Entorno institucional inmediato

Cuando un grupo de investigación inicia el proceso ITC lo primero con lo que se encuentra son las facilidades y dificultades que el entorno institucional inmediato presenta. El entorno institucional inmediato está formado, por una parte, por la universidad correspondiente, con sus valores, normas, reglas, rutinas e instituciones que afectan a la transferencia y tienen por objeto intermediar en el proceso. Especialmente destacables son las estructuras de interfaz, como OTRI, parques científicos, *medialabs* y unidades de cultura científica.

Las normas de las universidades pueden quedarse obsoletas y hacer que falle el proceso de transferencia. En consecuencia, el entorno institucional puede que no permita un fácil encaje entre los grupos y el entorno externo. Pero a la vez las instituciones académicas son flexibles a los empujes demandados por los grupos de investigación y a las presiones del entorno exterior. Así, debido a la fuerza de las iniciativas de los grupos y lo avanzado que el entorno externo esté en su cultura científica y tecnológica, las universidades se transformarán.

Por otra parte, está la política científica, tanto regional como estatal, compuesta de leyes, normas e instrumentos que regulan la transferencia. También ellas son modificables ante la presión de los grupos de investigación, la fuerza innovadora de las empresas y la tracción de las iniciativas ciudadanas y del propio Estado (Estado emprendedor)

“C” – Entorno externo

Las entidades que forman el entorno externo son: las empresas innovadoras o de base tecnológica, el Estado emprendedor y las iniciativas ciudadanas relacionadas con la creatividad cultural y el compromiso con la perspectiva científica. Para cada agente también existen situaciones en las que las transferencias fallan. Las iniciativas pueden ser rechazadas en el caso de las empresas porque, por ejemplo, alteren las ventajas competitivas en el seno de la compañía. En el caso del Estado puede deberse a que, por ejemplo, se decida no dar prioridad a la política de I+D pública, y en el caso de las iniciativas sociales porque, por ejemplo, la

transferencia esté inmersa en el rechazo/fobia a una tecnología por haber prosperado posiciones anticientíficas más allá del principio de precaución. Si se superan estos obstáculos se dan los procesos de integración de las transferencias y éstas pueden formar parte de posibles innovaciones futuras.

Frente al panorama que el grupo prevé de obstáculos, tanto del entorno institucional inmediato como del entorno externo, su objetivo es diseñar transferencias que no fallen, que lleguen a ser integradas y, a ser posible, den origen a innovaciones. Esto es lo que determina su estrategia y la optimización en cada paso del proceso de transferencia. Ahora bien, el proceso de innovación no está en sus manos. Por muy buena que sea la estrategia del grupo de investigación, éste siempre estará lejos de poder controlar las variables que dependen de las iniciativas de otros agentes y de las otras políticas (tecnológica, industrial y cultural). Por supuesto, el grupo de investigación procura tenerlas presentes, pero si hay falta de alineamiento en los objetivos entre las políticas, entonces, el grupo optará por acomodarse a las directrices de la política científica. Esta primera adaptación necesaria del grupo a su entorno inmediato, puede provocar una desadaptación al entorno exterior. Por ejemplo, el fuerte condicionante hacia la excelencia investigadora que la política científica española ha impuesto, a través de los sexenios de investigación, ha hecho que los incentivos a transferir no fueran prioritarios. Esto ha cambiado recientemente con la creación de los sexenios de transferencia.

Volviendo a los primeros párrafos del presente capítulo y a la idea de la “universidad conectada” ahora cabe preguntarse, ¿qué tanto están alineados los objetivos y las políticas entre los agentes del entorno externo y los grupos de investigación? ¿qué ofrece el entorno de la región donde el grupo desarrolla su actividad para que éste se decida a intentar transferir? Para responder a estas cuestiones a continuación se presenta una síntesis de la información estadística y agregada de los entornos externos en los que los grupos de las siete universidades seleccionadas trabajan: Madrid, Cataluña, País Vasco y Valencia.

5.3. Los entornos externos de Madrid, Cataluña, País Vasco y Valencia

A partir de que una transferencia absorbida por el receptor se vuelve funcional conformando un proceso de innovación, entran en juego los tres nuevos entornos institucionales: el de la empresa innovadora, el del Estado emprendedor y el de la iniciativa social. A estos entornos les corresponden las respectivas políticas: la tecnológica, la industrial y la cultural. Estas políticas son principalmente de orden nacional y autonómico. Ahora bien, sus autoridades se ven cada día más delimitadas por las directivas europeas. Dentro de estas directivas las asociadas a la estrategia RIS3 (*Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation*) han marcado de forma activa desde 2014 las políticas regionales en

los planos tecnológico e industrial³⁴. Su objetivo es detectar las áreas científico-tecnológico-industriales más fuertes o prometedoras para el emprendimiento, la innovación y el crecimiento a través de un análisis de las capacidades, activos, competencias y ventajas comparativas - competitivas.

En los estudios previos de la RIS3 se puso el acento en el papel que juegan las universidades y los centros de investigación como fuentes de desarrollo tecnológico y, en particular, las dificultades que estas instituciones se encontraban para conectar con los sectores intensivos en conocimiento de sus entornos³⁵. En el documento *Connecting Universities to Regional Growth* (Comisión Europea, 2011) se adjuntaban cinco estudios de casos entre los que se encontraba el de la universidad española Rovira i Virgili, junto a otros de Polonia, Suecia y Reino Unido. Al analizar las trabas para transferir, uno de los puntos en común era la falta o cierre de organismos regionales de desarrollo que sirvieran de punto de encuentro y toma de decisiones comunes

entre los agentes implicados (empresas, universidades y Administración)³⁶. En consecuencia, o bien no se contaba con reglas y procedimientos, o bien si los había se basaban en fórmulas equívocas, con contradicciones entre los niveles de la Administración e, incluso, aparecían políticas regionales que anulaban la naciente estrategia de especialización inteligente. Ante este panorama no es de extrañar que cuando se establecieron las directivas europeas se pusiera el énfasis en tres puntos: primero, la creación de sinergias entre los mecanismos de apoyo público para la I+D y la innovación, la promoción industrial y las instituciones de formación, segundo, la eliminación de la fragmentación y la duplicación de intervenciones políticas que pudieran derivar en el derroche de recursos humanos y económicos y, tercero, “la participación de las autoridades de gestión nacionales o regionales y de las partes interesadas, como universidades y otras instituciones de

³⁴ La especialización inteligente como política está asociada al objetivo de la cumbre europea de Lisboa del año 2000 de convertir Europa en la principal sociedad del conocimiento. Entre 2009 y 2013 las regiones europeas prepararon sus planes RIS3 para que fueran efectivos en el periodo 2014-2020. La estrategia recibió el espaldarazo de la OCDE a partir de 2011 (First Joint Workshop on Smart Specialisation Strategies: Concepts and Tools, en noviembre de 2011 en Sevilla y el Joint EU-OECD high-level seminar, en diciembre de 2012 en Bruselas [OCDE, 2013]). También ha recibido el apoyo de la ONU en 2014 (Strategies for Sustainable Development UN Conference, en octubre de 2014 en Ginebra). Un resumen de la RIS3 se puede ver en European Commission (2014b).

³⁵ En iguales términos se había decantado el análisis de Kitson *et al.* (2009) años antes.

³⁶ La especialización inteligente es una política, por tanto, supone una intervención pública que necesita de instituciones e instrumentos específicos. Su objetivo es

incrementar por el lado del conocimiento y el desarrollo tecnológico las ventajas comparativas regionales. Para lograrlo la RIS3 ha de “crear ventajas competitivas mediante el desarrollo y la adecuación de los puntos fuertes en investigación e innovación” específicos y presentes en cada región (Reglamento (UE) 1301/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013). En este proceso la RIS3 pone el énfasis en que se ha de:

mejorar a gobernanza y hacer que los participantes se impliquen más. RIS3 anima a todos los participantes a unirse bajo una visión compartida. Vincula a las empresas pequeñas, medianas y grandes, fomenta la gobernanza a varios niveles y ayuda a generar capital creativo y social dentro de la comunidad. El proceso de RIS3 debe ser interactivo y debe estar dirigido a las regiones y basado en el consenso. Si bien la mezcla precisa de organizaciones implicadas dependerá del contexto regional, es importante que todos los socios participen de lleno en el desarrollo, la aplicación y la supervisión de las estrategias de especialización inteligentes. Comisión Europea (2024b, 4-6)

enseñanza superior, la industria y los interlocutores sociales”³⁷.

Como cada región europea ha tendido que planificar su RIS3 para el periodo 2014-2020 hay bastante información para cada Autonomía en el caso español. Dos aspectos caben ser señalados para conocer los entornos externos de las cuatro Autonomías donde se sitúan las universidades de las que se han seleccionado los diez grupos de investigación: los legados de las políticas industrial y tecnológica del pasado y la posición actual de las regiones en comparación internacional.

5.3.1. *Los legados del pasado*

Hasta el advenimiento del Estado de las Autonomías se pueden observar dos trayectorias. Por un lado, estaba la seguida por Madrid y Barcelona, que disfrutaron de la mayor parte de las inversiones privadas y planes de desarrollo. Esto condujo a la acumulación de conocimiento y al incremento de la base tecnológica de las industrias. Derivado de aquel crecimiento, estos territorios habían concentrado en buena medida las instalaciones de los centros de investigación, laboratorios y universidades. Por otro lado, está la trayectoria del País Vasco y Valencia, que desde los años sesenta fueron las dos regiones en las que localmente se diseñaron exprofeso y con éxito instrumentos de desarrollo tecnológico regional. Su florecimiento se basó en la iniciativa política de la creación de las asociaciones de

investigación a partir del tejido empresarial local³⁸. Esas asociaciones dieron lugar con el tiempo en el País Vasco a los actuales dieciséis centros tecnológicos de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación (RVCTI), con Tecnalía, Ikerlan y Tekniker entre otros, agrupados en las áreas tecnológicas de la máquina herramienta, la robótica y la automatización. En el caso valenciano aún se conserva el nombre de asociación de investigación en seis casos, destacando las de la cerámica, el calzado y los juguetes. Hoy hay seis asociaciones y cinco institutos. En referencia a estos últimos, su origen está en iniciativas similares, aunque ya no lleven el nombre de asociación de investigación.

Sobre estas trayectorias, a partir de los años ochenta las Autonomías fueron creando sus agencias de desarrollo regional para gestionar el legado de los centros y laboratorios. Una de las más tempranas, 1981, estable y activa fue y es la vasca SPRI que opera como una agencia regional de desarrollo empresarial. Fue creada como sociedad anónima con el nombre de Sociedad para la Transformación Competitiva - Eraldaketa Lehiakorrerako Sozietatea³⁹. SPRI se puede catalogar como una agencia proactiva, es decir, que crea instrumentos de intervención, planifica y basa su gobernanza en una participación activa de los agentes sin imponer la preponderancia de la Administración.

Las otras Autonomías tienen agencias más pasivas, cuyo fin principal es promover la

³⁷ Comisión Europea, (2014b, 6)

³⁸ Decreto 1765/1961, de 22 de septiembre, por el que se crean las Asociaciones de Investigación.

³⁹ Más información en: <https://www.spri.eus/es/quienes-somos/>

innovación, principalmente a través de canalizar ayudas basadas en programas públicos de subvenciones. Son estructuras dependientes de la Administración autonómica y relativamente poco proclives a una gobernanza mutua con los agentes. Esto hace que sean más bien ámbitos de discusión, evaluación, asesoramiento y de implementación de acciones, pero no de decisión. Ésta última función queda en manos de las Consejerías correspondientes. En Madrid en 1984 se creó el IMADE (Instituto Madrileño de Desarrollo) que se disolvería en 2011. Fundamentalmente IMADE sirvió para desarrollar los centros tecnológicos y parques científicos y empresariales. Sus funciones pasaron a la Dirección General de Economía y Competitividad de la Comunidad. La relativa carencia de gobernanza mutua (agentes con la Administración) se veía compensada a través de la Fundación para el Conocimiento Madri+d. Esta fundación había sido creada en 2002 para gestionar el Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica. Ahora su misión es articular el potencial para la innovación de la región, dada la elevada concentración de centros de educación superior y empresas⁴⁰. En el caso de Cataluña también el notable número de centros y laboratorios propició que en el ámbito de la gestión dentro de la Administración autonómica se creara en 1985 el Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM). Su

objetivo era desarrollar la sociedad de la información y el conocimiento. En 1987 se añadió el Consorci de Promoció Comercial de Catalunya (COPCA) para la internacionalización de las empresas. Ambas instituciones se fusionarían en 2008 en la agencia ACCIÓ (agencia pública para la competitividad de la empresa catalana, adscrita al Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya)⁴¹. Por el lado privado, aunque con participación pública, encontramos desde 1986 la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), que compensa el peso de la Administración en el sistema de gobernanza para dar más voz a los agentes sociales⁴². Por último, en Valencia en 1984 se creó el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana (IMPIVA) como organismo público perteneciente a la Generalitat. Se ocupaba de las políticas de promoción de la innovación y del apoyo en general a las PYMES. El instrumento utilizado fueron las ayudas. En 2012 pasó a denominarse Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), y asumió las competencias tanto de la Sociedad para la Promoción de Instalaciones Industriales (SEPIVA), como de la Agencia Valenciana de la Energía (AVEN) y, finalmente, del Instituto Valenciano de la Exportación, SA (IVEX). Hoy en día el IVACE es la agencia que comparativamente agrega más cometidos de todas las agencias autonómicas. Se encarga de facto de la

⁴⁰ Para conseguir esta articulación Madri+d promueve la actividad de protección del conocimiento (patentes, derechos y estándares) producido en las universidades y asume la evaluación para acreditación y certificación de la calidad de las universidades para dar confianza a las empresas a la hora de establecer relaciones de transferencia.

⁴¹ Más información en: <http://www.accio.gencat.cat/ca/accio/agencia/coneix-accio/> <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0246338.xml>

⁴² Más información en: <https://www.fundaciorecerca.cat/es/la-fundacion>

gestión de la política industrial decidida por la Generalitat y de apoyar a las empresas, en materia de innovación y emprendimiento, pero carece de una gobernanza independiente y en común entre agentes y la Administración, aunque históricamente se cuenta con potentes asociaciones de investigación⁴³.

La RIS3 se diseñó al inicio de la Gran Recesión (entre 2008 y 2013), justo en el momento en el que las Administraciones se reestructuraron, reduciendo en buena medida los fondos dedicados a la investigación y a su organización, tal y como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Gasto en I+D de las CC. AA expresado en % del PIB					
Comunidad (1)	2018 (2)	Máximo alcanzado (3)	Decrecimiento porcentual (4)	% que supone el gasto empresarial y su tendencia durante la recesión (5)	Gasto en I+D en comparación con Europa (28) siendo la media europea 100% (6)
Cataluña	1,52	1,70 (2009)	11,8	61,1 %; subiendo	72,3 %
Madrid	1,71	2,06 (2010)	20,5	58,8 %; subiendo	81,8 %
País Vasco	1,96	2,24 (2012)	14,3	76,1 %; estable	92,2 %
Valencia	1,05	1,11 (2009)	5,7	45,6 %; subiendo	48,3 %

Fuente: COTEC (<http://informecotec.es/metrica/gasto-en-id-en-las-comunidades-autonomas/>) y Eurostat.

Las cuatro comunidades han mantenido gastos en I+D por encima del 1%, aunque Madrid y País Vasco han perdido sus cotas del 2% (columna 2). En términos relativos Madrid ha sido superada desde 2010 por el País Vasco en el gasto. Ambas han sufrido los mayores decrecimientos con respecto al máximo alcanzado al inicio de la Gran Recesión (columna 3 y 4). La participación de las empresas está en el entorno del 60% para tres de las cuatro comunidades, lo que denota una estructura avanzada en el gasto en I+D. Sólo Valencia queda por debajo (columna 5). Los decrecimientos en el gasto en I+D han sido más acusados en el sector público, puesto que el de las empresas se ha mantenido estable o ha tendido a crecer y

reponerse antes (columna 5). La distancia con la media en el gasto en I+D de Europa (UE28) se hace patente, siendo el País Vasco el más próximo y Valencia situada por debajo de la mitad de la media (columna 6). En términos absolutos Madrid es la comunidad autónoma con mayor participación en el gasto nacional de I+D, el 26,2% del total nacional en 2018 según datos del INE⁴⁴. Esta concentración es determinante del puesto que Madrid ocupa en términos internacionales y marca la diferente posición más competitiva que ocupa en el mundo y en Europa con relación a las otras tres comunidades.

⁴³ Más información en: <http://www.ivace.es/index.php?lang=es>

⁴⁴ Según datos de 2013 de la Comunidad de Madrid se contaba con unos 5.000 grupos de investigación y más de 11.000 proyectos de investigación, lo que ha dado lugar a una de las mayores concentraciones de parques científico-tecnológicos de España asociados a sus universidades. Sin

embargo, estos números ocultan un “minifundismo” notable que ya advertía COTEC en 2003 (COTEC, 2003, 88). Entonces esta institución estimaba que había 13.900 investigadores inscritos, pertenecientes a más de 4.700 grupos de investigación, lo que provocaba un pequeño tamaño de los grupos de investigación y una reducida oferta de tecnologías.

En la actualidad los primeros programas de la RIS3 se están terminando y se han iniciado las evaluaciones, aunque aún no hay informes oficiales por parte de la Dirección General de Política Regional y Urbana (DG REGIO) comparando regiones y sus políticas RIS3. De todas maneras, parece ser que la llamada *competitive paradox*, que se quería paliar en el caso español no se ha solucionado. Esta paradoja consiste en que España cuenta con cinco regiones (Madrid, Cataluña, País Vasco, Navarra y Valencia) en las que se alcanza un buen comportamiento económico y unos altos estándares sociales, mientras que los niveles de insumos relacionados con la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos, la formación en el desarrollo del capital humano y la inversión en I+D son bajos y no son el soporte del dinamismo socioeconómico. Esto se entiende como una debilidad a medio plazo.

En la siguiente sección se observa esta paradoja para las cuatro Autonomías donde residen la actividad de las universidades seleccionadas⁴⁵.

5.3.2. *Posición actual de las regiones en comparación internacional: la paradoja competitiva*

El *Global Innovation Index* (GII) para el año 2018 (Cornell University, 2018) clasifica a Madrid y Barcelona dentro de las 100 grandes áreas mundiales de influencia tecnológica y científica⁴⁶. Ambas ciudades son conglomeraciones (clústeres) tecnológicas de orden mediano. Ocupan respectivamente los puestos 38 y 42 en la clasificación. En Europa, Madrid se sitúa en la posición decimoprimer, por detrás de Frankfurt, de un total de 30 clústeres⁴⁷. Barcelona es la decimotercera, por detrás de Berlín y por delante de Milán.

La clasificación del GII no contempla los casos de Bilbao y Valencia, dado que no concentran suficiente producción científica y patentes para entrar en el *ranking*. Para integrar estos dos casos en el análisis se ha de utilizar el *European Regional Competitiveness Index* (RCI) (Comisión Europea, 2019) y trabajar con el concepto de región y no con el de conglomeración (clúster).

El índice RCI se compone de subíndices. El denominado *innovation pillar* (base para innovar) es el más semejante al GII⁴⁸. RCI examina 268 regiones europeas siendo la de

⁴⁵ Aunque UNIR está legalmente localizada en Logroño, buena parte de su actividad se desarrolla en Madrid y por principio de trata de una universidad en Internet, y por tanto deslocalizada e internacional a la vez.

⁴⁶ El índice para los clústeres del *Global Innovation Index* se hace en función de la producción científica (artículos) y tecnológica (patentes).

⁴⁷ Entre los 100 primeros clústeres hay 30 europeos. Según el *European Regional Competitiveness Index 2019*, que es

un índice más complejo, Madrid ocupa el puesto 31 de las 268 regiones europeas en innovación, European Commission (2019).

⁴⁸ Este subíndice *innovation* de ERIC recoge además de los datos de patentes y publicaciones, los de empleo altamente cualificado en la región, patentes de sectores de alta tecnología, gasto en I+D, número de investigadores, exportaciones intensivas en tecnología y ventas de firmas innovadoras.

Oxford la que alcanza la máxima puntuación en lo referente a las capacidades con las que cuenta para poder innovar (base para innovar) y, por tanto, se toma como el valor óptimo porcentual 100. De las 268 regiones sólo 111 están por encima de la media y obtienen un índice positivo. El resto se pueden considerar como regiones con bajas dotaciones para desarrollar la innovación.

Para el caso de las cuatro comunidades españolas estudiadas sólo Valencia no supera esa cota, quedando relegada al puesto 194, lo que viene a suponer una dotación con respecto a la del óptimo del 33,1%. Cataluña está en la posición 83 (54,5% del óptimo), el País Vasco en la 68 (58,4% del óptimo) y Madrid en la posición 30 (68,6% del óptimo). La Comunidad de Navarra es la otra región española que entra entre las 111 (lugar 108, 49,5% del óptimo).

Para poder comparar la posición relativa de las comunidades entre el índice GII y el RIC *innovation* cabe indicar la situación de las cuatro Autonomías con índice positivo entre las regiones europeas con similares

puntuaciones. Madrid está entre la región de Berlín (72,8% del óptimo) y Frankfurt (66,2% del óptimo), el País Vasco está entre Liverpool (60% del óptimo) y Sheffield (57,1% del óptimo), Cataluña en la posición 83, justo por debajo de Roma (55,1% del óptimo) y por delante de las provincias francesas del noroeste y Navarra justo por debajo de las regiones de Irlanda del Norte y Toulouse⁴⁹.

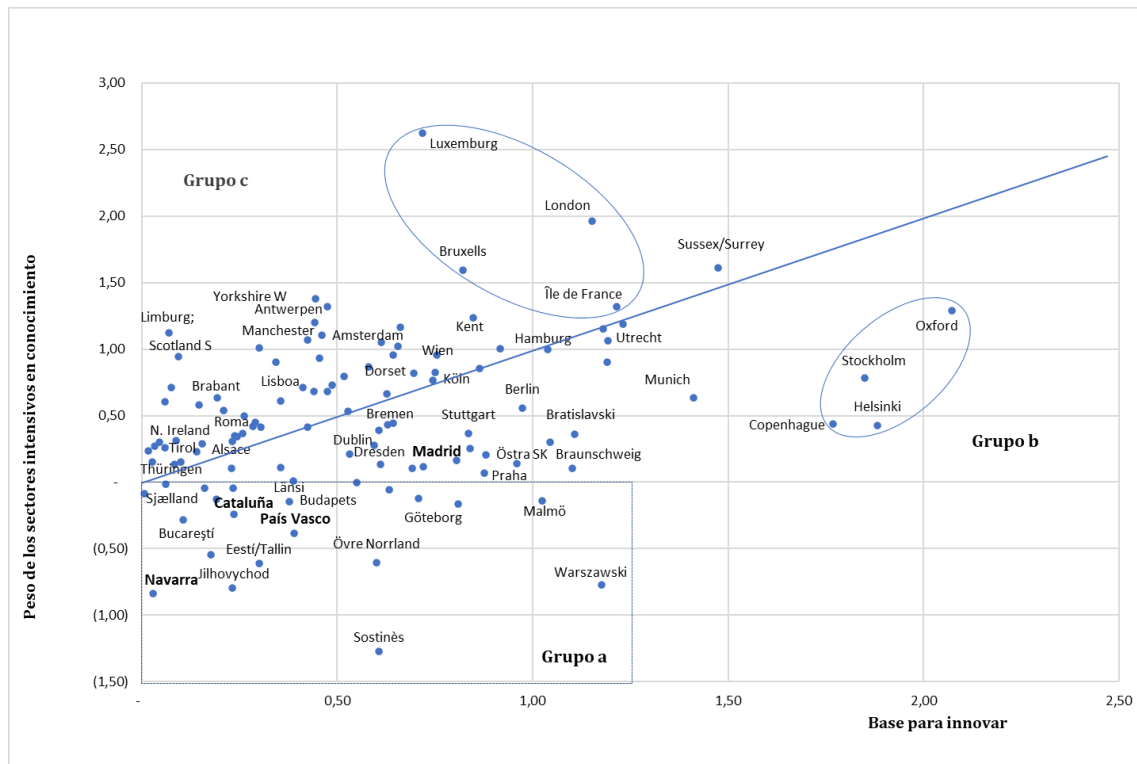
Con los datos del RIC se puede hacer el ejercicio para las 111 regiones de relacionar la base para innovar con el peso de empresas de los sectores intensivos en conocimiento (*Business sophistication* según la denominación de RIC)⁵⁰. Esta correspondencia indica si la acumulación de capacidades en innovación (base para innovar) depara una mayor o menor fuerza del sector intensivo en conocimiento en la región. Se trata de una relación que muestra el desarrollo tecnológico regional desde el punto de vista de la competitividad tecnológica y que queda reflejada en el Gráfico 1.

⁴⁹ Esta comparativa relativa de las comunidades españolas con las regiones europeas es coincidente con la que se desprende del Índice de Competitividad Regional (ICREG) del Consejo General de Economistas de España (2019). El ICREG parte de la posición vigesimotercera que ocupa España en el panorama internacional (entre Bélgica con la posición 22 e Irlanda con la 24) y la posición 25 que ocupa con respecto a su capacidad de innovación (entre China con la posición 24 y Hong Kong con la 26), que sitúan al país en el grupo de competitividad media-alta. El ICREG aplica parámetros similares para el cálculo de la competitividad de las Autonomías españolas y sitúa a Madrid y País Vasco entre el grupo de alta competitividad, a Cataluña en el

competitividad media-alta y a Valencia en media baja. En el subíndice de capacidad de innovación las tres primeras ocupan posiciones de alta competitividad y Valencia de competitividad media alta.

⁵⁰ Las variables utilizadas para medir dicha intensidad son: el empleo en sectores intensivos en conocimiento, el valor añadido bruto que representan los sectores intensivos en conocimiento, la colaboración entre PYMES innovadoras y las empresas que son innovadores en marketing y organización.

Gráfico 1. Competitividad tecnológica de las regiones europeas con mayor base para innovar



Fuente: *European Regional Competitiveness Index 2019*, European Commission

Todas las regiones por debajo de la diagonal sufren en mayor o menor medida la “paradoja de la competitividad”, que es más acusada cuanto más abajo y a la izquierda se sitúe la región. Ahora, al poder contemplar las regiones españolas en el contexto europeo y entre ellas mismas es cuando la “paradoja de la competitividad” aparece con claridad y desde dos perspectivas. Por un lado, el comportamiento de Navarra, Cataluña y País Vasco está en términos europeos cerca de las capitales de las

antiguas exrepúblicas soviéticas y de las de los antiguos países del Este menos desarrollados. Por otro lado, al compararse con Madrid la distancia es muy significativa y en buena medida porque Madrid concentra el 50% de la inversión en innovación en España por parte de las grandes empresas y el 66% de toda la inversión extranjera directa⁵¹.

El gráfico permite distinguir tres agrupamientos:

⁵¹ En 2011 Madrid ya concentraba más del 25% de la producción nacional en cuatro sectores de alta tecnología: aeroespacial, farmacéutico, componentes electrónicos y servicios tecnológicos y profesionales a empresas. Además, es la sede de la mayor parte de las multinacionales españolas como Telefónica o Repsol, cuyos centros de I+D o excelencia también se asientan en esta Comunidad. A esto se añade un buen número de multinacionales extranjeras que también cuentan con centros relevantes de investigación y excelencia, tales como IBM, Boeing, Airbus,

Ericsson, Motorola, HP, GSK, Alcatel-Lucent, Pfizer, Siemens, Sanofi-Aventis, Lilly y Janssen-Cilag. Ya en 2005 el *Libro Blanco de la Política Industrial* de la Comunidad de Madrid indicaba que la capital concentraba cerca del 50% de la inversión en innovación del conjunto español en el tramo de las grandes empresas (CAM, 2005). Esa tendencia ha ido en aumento, llegando en 2019 a acumular el 66% de toda la inversión exterior recibida en España. Este efecto de la concentración ha sido destacado por la Comisión Europea al presentar el *European Regional Competitiveness Index 2019*, European Commission (2019).

Regiones de desarrollo tecnológico deficitario (Grupo a). Son las 21 regiones que forman el grupo caracterizado por tener déficit en el desarrollo de empresas intensivas en conocimiento. En el gráfico ocupan el rectángulo inferior. Este grupo vendría a reflejar la incapacidad del entorno externo para absorber el potencial en innovación existente en la región.

En este grupo el desarrollo empresarial intensivo en conocimiento está por debajo de la media europea, mientras que la dotación de medios para innovar está por encima de la media. Son regiones en las que sus responsables políticos (*policy makers*) apoyan las instituciones de investigación en términos generales sabiendo el sobrecoste que ello tiene en un ambiente económico de empresas no intensivas en conocimiento. El caso extremo es el de Malmö y Varsovia, que alcanzan altos grados de desarrollo en las capacidades acumuladas para poder innovar, pero tienen un bajo reflejo en la generación de un sector fuerte de industrias basadas en el conocimiento. Por el contrario, cuanto más a la izquierda esté situada una región, y las tres españolas lo están, mayor será el reparo de los responsables políticos a la hora de apoyar a las instituciones de investigación, dada la baja repercusión aparente y sobre el territorio que se obtiene de la transferencia.

Son regiones donde las políticas industriales y tecnológicas deben dirigirse a los incentivos para que los sectores no intensivos en conocimiento pasen a serlo, dado que la base para innovar se está desaprovechando.

a) *Regiones de desarrollo tecnológico de base innovadora* (Grupo b). Son las 33 regiones que forman el grupo caracterizado por aprovechar su base innovadora a la hora de generar empresas intensivas en el conocimiento. En el gráfico son las regiones por debajo de la diagonal (con la excepción de las del grupo a).

En este grupo b, tanto el desarrollo empresarial como la base innovadora están por encima de sus respectivas medias, pero la relación entre ambas siempre depara una infrautilización relativa de la base innovadora. Cuanto mayor sea el desequilibrio menor rendimiento de la base innovadora se estará realizando por parte del entorno empresarial de la propia región. Esto no es contradictorio con que la base innovadora sea muy potente y esté sustentando otros entornos internacionales, como es el caso de Oxford con respecto a Londres.

Son regiones donde es eficaz lanzar políticas industriales y tecnológicas dirigidas a las empresas de los sectores intensivos en conocimiento para que hagan uso de una base para la innovación relativamente desaprovechada.

b) *Regiones de desarrollo tecnológico vinculado a los sectores intensivos en conocimiento* (Grupo c). Son las 57 que tienen en común que en ellas se concentran los sectores intensivos en conocimiento que demandan altas capacidades tecnológicas de la propia región y de otras cercanas. Son las regiones por encima de la diagonal

lideradas por Luxemburgo, Bruselas, París y Londres. Las regiones de este grupo reflejan que su entorno tiene una alta capacidad para absorber el potencial en innovación que ofrece la dotación existente.

Entre las *regiones de desarrollo tecnológico deficitario* (Grupo a), se encuentran tres de las comunidades españolas: Navarra, País Vasco y Cataluña. Son regiones donde el empleo cualificado y las empresas intensivas en conocimientos tienen un desarrollo comparativamente escaso al cotejarse con muchas regiones europeas que, con menos potencial en innovación, tienen sectores intensivos en conocimiento más consolidados (regiones de la parte inferior izquierda del Grupo c). Es el reflejo de la denominada paradoja competitiva. Esta falta de relación incide en las políticas regionales de desarrollo industrial y tecnológico, ya que hace que los responsables políticos se fijen en el coste de oportunidad que tiene invertir en políticas de modernización científica, dada la baja repercusión que se logra en el crecimiento de los sectores intensivos en conocimiento. Son regiones en las que los responsables políticos autonómicos se plantean tres opciones de modelo de universidad con sus respectivas políticas científicas que terminan conformando los entornos institucionales inmediatos de los grupos de investigación:

1. Políticas a favor de la *universidad conectada*, en las que se aumenta más la capacidad instalada y la base para innovar con el objetivo de

que crezcan las transferencias, y a la espera de que con ellas los sectores intensivos en conocimiento prosperen.

2. Políticas a favor de la *universidad ciudadana*, en las que se mantiene la financiación porque se entiende que la universidad es en sí una fuente de desarrollo local-regional en el ámbito social, pero que no es prioritario buscar la interacción entre la ciencia y el desarrollo tecnológico y empresarial.

3. Políticas favorecedoras de la *universidad de enclaves tecnológicos* y la *commercial university*. Se corre el riesgo de dejar de invertir en infraestructuras tecnológicas e instituciones de conexión entre la universidad y los sectores intensivos en conocimiento, dado que no se da suficiente transferencia de conocimiento hacia las empresas de la región para que se hagan más intensivas en tecnología. Esto puede ocasionar grupos de investigación que pueden estar muy internacionalizados y provocar en el medio plazo que la financiación de la investigación de las universidades se delegue en programas europeos e internacionales. Las OTRI son apoyadas sólo para optimizar los procesos de comercialización de las tecnologías, pero se quedan anticuadas. Esta opción da lugar a políticas tecnológicas,

industriales y científicas poco coordinadas y termina reforzando la paradoja de la competitividad, pues el intercambio y transferencia de conocimientos se va a empresas situadas en regiones con fuertes sectores intensivos en conocimiento.

Entre las *regiones de desarrollo tecnológico de base innovadora* (Grupo b) está la Comunidad de Madrid. Son regiones que repercuten positivamente las capacidades sobre el desarrollo de las empresas locales intensivas en conocimiento y, primordialmente sobre las internacionales, especialmente cuando su base innovadora es muy alta. Es el caso del grupo encabezado por las regiones de las capitales escandinavas y la región de Oxford. Un segundo pelotón lo forman Praga, Madrid, Stuttgart, Dresde y Dublín. Este segundo grupo se caracteriza por tener un potencial en innovación en el tejido empresarial local comparativamente bajo. Esto plantea a las autoridades políticas regionales un relativo alto coste en las políticas industriales, tecnológicas y científicas regionales, dado el relativo bajo rendimiento que se obtiene en forma de creación de sectores intensivos en conocimiento invirtiendo en la base científica de la innovación.

Entre las *regiones de desarrollo tecnológico vinculado a los sectores intensivos en conocimiento* (Grupo c), no hay ninguna comunidad autónoma española. Lo forman las regiones netamente *atractoras* y las muy internacionalizadas, donde se concentran los sectores intensivos en conocimiento que

demandan altas capacidades tecnológicas. Este grupo engloba a tres subgrupos:

- 1) El de las grandes capitales europeas: Bruselas, Londres, París y Luxemburgo, seguidas de Ámsterdam y Viena. En estas capitales la concentración de capacidades es elevada y aún más la de empresas intensivas en conocimiento.
- 2) El de las regiones tecnológicamente emergentes como: Maastricht en los Países Bajos, Lyon en Francia, Tirol en Austria, Schleswig-Holstein en Alemania o Irlanda del Norte en Reino Unido.
- 3) El de las capitales con menos potencia en capacidad tecnológica que las anteriores, pero que a la vez obtienen muy buenos rendimientos en la instalación de empresas intensivas en conocimientos. Se trata de Roma y Lisboa.

En el grupo c los costes de oportunidad de invertir esfuerzo en aumentar las capacidades de innovación son pequeños y prácticamente cualquier iniciativa de aumentar la transferencia va a tener éxito. Una vez revisados los grupos, las Administraciones de las regiones con ciudades como Madrid y Praga se plantean, ¿cómo competir con las capitales de tamaño medio (Viena o Ámsterdam) o incluso con las grandes capitales europeas (Bruselas, París y Londres) en la atracción de empresas intensivas en conocimiento y, a la vez, no elevar los costes relativos en la creación de

capacidades frente a ciudades directamente competidoras como Roma, Lisboa y Belfast?⁵² Este es el complicado dilema de Madrid.

Las clasificaciones utilizadas hasta ahora permiten encuadrar los entornos regionales desde el punto de vista tecnológico y empresarial. El entorno cultural, más relacionado con el modelo de la *universidad ciudadana*, también opera como destinatario de las transferencias, tal y como se expuso en la Figura 1 (iniciativas ciudadanas y creatividad cultural). El trabajo de Boix *et al.* (2013) permite situar a las cuatro regiones españolas en el panorama europeo en este aspecto. En su estudio parten del concepto de “Local Creative System” (LCS). Un LCS es una entidad social y territorial caracterizada por una alta concentración de industrias, infraestructuras, actividades y facilidades destinadas a la generación y difusión de las actividades artísticas, culturales y creativas. Varios LCS cercanos entre sí formarían una conglomeración similar a la noción de “clúster” utilizada por el índice GII. Su relevancia viene medida por el número de trabajadores que operan en cada conglomeración. En el caso de los entornos culturales son precisamente las cuatro comunidades autónomas tratadas las que concentran el empleo en este sector en términos nacionales: Madrid (30,4%) Barcelona (14,7%) Valencia (3,7%) y Bilbao (3,4%). En relación con Europa, Madrid ocupa la segunda posición tras Londres en el

número de trabajadores y la tercera tras París por el tamaño de los LCS que tiene. Barcelona es la sexta, por detrás de Roma y Milán por número de trabajadores y la quinta por el peso de sus LCS, situándose por delante de Roma en este aspecto. Valencia es la décima por debajo de Lyon y por encima de Marsella. Sin embargo, las conglomeraciones españolas destacan negativamente por el pequeño esfuerzo en I+D. Frente a la media de las ciudades inglesas o italianas que están ligeramente por encima del 3% en el empleo dedicado a tareas de investigación y desarrollo, o París que lo triplica, Barcelona sólo llega al 0,8%, Madrid al 0,9% y Valencia al 1,9%⁵³. Se constata así que en el sector de las industrias creativas en Europa donde el gasto en I+D es alto, en el caso español es comparativamente mucho más bajo.

Volvamos a la Figura 1. Una vez revisado el entorno institucional inmediato, al que se dedicó el final del capítulo 4 y el entorno externo, que hemos examinado en este apartado, ahora entramos en el estudio de caso de los grupos de investigación a la luz de dichos entornos.

5.4. Los grupos de investigación

Como ya se ha indicado, los grupos de investigación a través de los procesos de ITC empujan a sus universidades hacia tres modelos específicos: conectada, ciudadana y *glocal*. La Figura 2 presenta estas tipologías (eje vertical).

⁵² Es sintomático que el índice GII sitúe a España y a Chequia como los dos países que con una relativa alta renta per cápita sin embargo no logran invertir lo suficiente en los parámetros que les proporcionarían un índice de competitividad propio de líderes tecnológicos. Los países

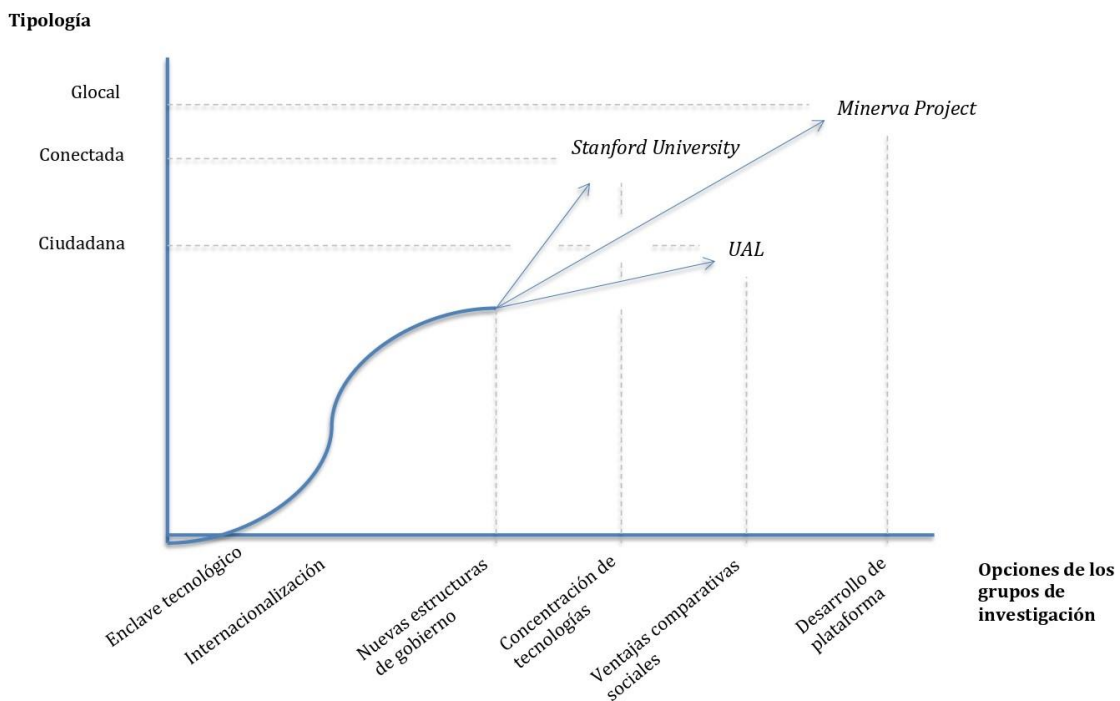
que sí lo hacen, aunque con mayor renta, son Austria y Bélgica, con menor, la emergente Estonia (Cornell University, 2019, XXXVI, figura E).

⁵³ Boix *et al.* 2013, tabla 7.

La virtud de este enfoque está en que permite enmarcar los casos, los grupos de investigación, en su entorno institucional inmediato (su universidad) y exterior (entorno socioeconómico), y preguntarse si la especialización científica y tecnológica del grupo y sus estrategias para adaptarse y

conseguir transferir sus conocimientos están relacionadas con factores como: la existencia de programas tecnológicos del Estado emprendedor, las políticas científicas, la especialización industrial de la zona, las trabas del entorno institucional, la riqueza cultural de la sociedad circundante o la transformación digital.

Figura 2. Tipología de modelos de universidad en función de las opciones de sus grupos de investigación



En el eje horizontal de la Figura 2 se recogen las estrategias de los grupos de investigación para adaptarse a los entornos institucional y externo y, así conseguir intercambiar y transferir sus conocimientos. A la figura se han añadido tres ejemplos que representan las tres opciones de modelos de universidad hacia los que los grupos de investigación están empujando: Stanford Univeristy como ejemplo de conectada, *Minerva Project* como ejemplo de *glocal* y UAL (University of the Arts London), como ejemplo de

ciudadana. Estas tres universidades servirán de paradigmas de referencia al explicar los casos.

Se ha optado por hacer una presentación de los grupos siguiendo un orden geográfico que parte de Madrid, sigue con Cataluña, País Vasco, Valencia y, termina, con la universidad UNIR.

5.4.1. *Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA, UCM – Universidad Complutense de Madrid)*⁵⁴

El Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA) de la Universidad Complutense de Madrid fue creado en 1989 a partir de la aprobación de la Ley de Reforma Universitaria. Tras cerca de veinte años de andadura el Instituto se constituyó también como Unidad Asociada del CSIC y guarda una estrecha colaboración con ADIF y Talgo, de hecho, físicamente su laboratorio está en las instalaciones de ADIF-Talgo en Las Rozas (Madrid), siendo la única instalación de investigación en ese lugar. El IMA también recibe el nombre de Laboratorio “Salvador Velayos”, profesor de la UCM fallecido en 1997, quien había sido el discípulo de Blas Cabrera y continuador de su escuela de magnetismo. La investigadora principal (IP) y directora del IMA es, desde octubre de 2017, María Pilar Marín Palacios

El IMA cuenta en la actualidad con 21 investigadores, 7 de los cuales son *senior*, 2 son *junior* y 12 están en formación, esto es, están elaborando su tesis doctoral o Trabajo de Fin de Máster. El número de sexenios per cápita en el instituto es de 4. Se han llevado a cabo 49 tesis doctorales. El número de publicaciones en revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI) es de 470. Ha desarrollado proyectos subvencionados de investigación de la Unión Europea, de los Ministerios que han tenido las responsabilidades de la Ciencia y la Tecnología, de la Comunidad de Madrid y de la OTAN, además de numerosos contratos

con empresas y realización de servicios específicos. El instituto es titular de patentes: 36. Buena parte de los logros del IMA están relacionados con la labor de transferencia encabezada por su actual directora. A ella se deben 10 de las patentes y la puesta en marcha de la *spin-off Micromag 2000, S.L.*

Estos datos lo que constatan es que la masa crítica es suficiente para que se den procesos de ITC. Como se aprecia en todos los casos que se estudian en el presente capítulo, la calidad de la investigación científica es considerada por sus responsables la base de la reputación del centro y reflejo de su masa crítica. Evidentemente la producción científica no se puede contemplar sin más ni más como capacidad de transferencia, pero como indica los responsables del IMA, repercute directamente en la decisión de que las empresas colaboren o no con el Instituto. La calidad de la producción científica es aún más relevante cuando se trata de acceder a consorcios de investigación en los programas europeos e internacionales.

El hecho de que el IMA tenga en la actualidad la masa crítica que tiene proviene de su evolución. Primero, no se puede soslayar el peso de la escuela de Blas Cabrera, director del *Instituto Rockefeller* de física y química, y de su discípulo Salvador Velayos. En segundo lugar, el IMA es un ejemplo de instituto que surge como un enclave tecnológico, partiendo de sus relaciones de intercambio de conocimiento con la empresa Renfe y su especialización en

⁵⁴ Estudio de caso realizado por Antonio Biurrun Santamaría, investigador adscrito al ICEI-UCM.

el magnetismo proveniente de la escuela de Velayos en la UCM. Esto ha permitido al IMA desarrollar su objetivo de liderar la investigación en magnetismo, especialmente en lo relacionado con el transporte ferroviario. Esta especialización se ha debido a la prestación de equipos y a la financiación de becas y proyectos por parte inicial y mayoritariamente de Renfe, Talgo y ahora ADIF. Gracias a su especialización, contactos con el grupo de empresas ferroviarias del Estado, conocimientos, instalaciones y capital humano el IMA fue elegido observador y asesor en numerosos proyectos relacionados, como la creación del Sistema de Auscultación de Balizas ERTMS (SABE), fundamental para la adecuación de vías ferroviarias a las líneas de tren de alta velocidad a nivel europeo. En consecuencia, el grado de internacionalización de los intercambios del grupo creció y reforzó su condición de enclave tecnológico.

No obstante, la colaboración y transferencia llevada a cabo por el IMA no se ha limitado al sector ferroviario, ya que se han realizado proyectos en muy diversas áreas de conocimiento. De hecho, la otra gran línea de transferencia del IMA es la de aplicación de materiales magnéticos. Un ejemplo es la realización de proyectos relacionados con el estudio de la influencia de la emisión electromagnética de las antenas de los aeropuertos en las condiciones de salud de los empleados aeroportuarios, o el desarrollo de micro-hilos magnéticos para un sensor que permita evitar fugas en tuberías de centrales nucleares; estos dos son ejemplos claros de resolución de problemas con un notable componente

social.

El proceso de transferencia llevado a cabo en el IMA cuenta con múltiples facetas; una de las principales es a través de las patentes. Este mecanismo de transferencia es, a su vez, aplicado de dos formas distintas en función de las características del proyecto contratado. La primera forma responde y es el resultado de la colaboración en I+D con una empresa. En el contrato se establece que el proceso de ITC tiene como finalidad la solicitud de la patente por parte de ésta. La segunda forma tiene su origen en la propia investigación llevada a cabo en el Instituto, que continúa con la solicitud de la patente por parte de la UCM para proteger la invención, y termina con la licencia de la patente a una empresa interesada en ese conocimiento y potencialmente en su comercialización. Los ejemplos del IMA son múltiples en ambas formas.

Además de los ya mencionados, el instituto también ha realizado otros proyectos que han estado enfocados a las aplicaciones biomédicas, como válvulas cardíacas con micro-hilos magnéticos, o de tecnología aplicable a las acciones contra la violencia de género tales como la pulsera “antimaltrato”. En total suman en la actualidad 36 patentes en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), de las cuales alrededor de 22 han obtenido una extensión del *Patent Cooperation treaty* (PCT), y en la United States Patent and Trademark Office (USPTO), la *European Patent Office* (EPO) o la *China National Intellectual Property Administration* (CNIPA). Aproximadamente la mitad de estas patentes han llegado al mercado y han sido explotadas

comercialmente.

Más allá de los proyectos de I+D colaborativa, las licencias de patentes, la contratación de I+D o la asesoría, el IMA ha llevado a cabo otras acciones enfocadas a la transferencia de conocimiento al sector productivo y a la sociedad, tales como son la organización de congresos, jornadas y seminarios, o la creación de una *spin-off*. En el primer caso se trata de eventos divulgativos, pero también de creación de lazos con empresas con el objetivo de comprender mejor las necesidades del tejido productivo y así poder satisfacer la demanda más adecuadamente.

En cuanto a la financiación, ésta procede tanto de programas nacionales y europeos de investigación, como de ADIF. El mayor número de proyectos de I+D colaborativa se lleva a cabo junto a instituciones relacionadas con el gobierno regional de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, su principal fuente de ingresos son los contratos de investigación con empresas públicas y privadas, españolas y extranjeras, llegando a cubrir el 70% del presupuesto del IMA en investigación, que ronda un millón de euros anuales.

De todas estas actuaciones, que suponen cientos de procesos de ITC, se aprecia que el IMA ha ido pasando de un instituto con una estrategia de enclave tecnológico a presionar indirectamente a la UCM en la dirección de que la Universidad se convierta en una "*commercial university*". Resulta así, que uno de los aspectos que desde el IMA le dan mayor importancia es el papel de la OTRI de la UCM. El IMA ejemplifica bien las

dificultades que un grupo de investigación de tipo enclave tecnológico encuentra en su entorno institucional inmediato. La OTRI de la UCM fue creada al mismo tiempo que IMA, así que desde el inicio han compartido los problemas de la gestión de la transferencia, pues los contratos de los proyectos y la tramitación de las patentes han involucrado a la OTRI.

Como se ha indicado en los capítulos uno y dos la calidad y cantidad del capital humano es un aspecto crítico en una OTRI. La formación especializada en transferencia es totalmente necesaria para garantizar un correcto funcionamiento de la institución, ya que este factor repercute a su vez en otros. Una buena gestión del proceso de transferencia debe cubrir múltiples fases, desde la identificación de las necesidades del mercado hasta la facilitación de la licencia de patente, pasando por la coordinación de la I+D colaborativa, o la creación de empresas de tipo *spin-off* o *start up*. Para lograrlo, se requiere de un personal profesional, con formación en transferencia. Es también de vital importancia la experiencia previa de los gestores, ya que, al no existir procedimientos homogéneos y estandarizados para el proceso de intercambio de conocimiento, la mayoría de los contratos, licencias y proyectos nacen a partir de relaciones e intercambios de conocimientos anteriores de los grupos de investigación. En este sentido cabe destacar la insuficiencia que las OTRI presentan en la primera fase, la de la captación de las necesidades del mercado. Como en la mayoría de los casos estudiados, la OTRI no puede traer ofertas ni conectar porque en realidad desconoce la tecnología y la cultura

de intercambio que tiene cada grupo. Tendría que formar parte del grupo para saberlo. Dada esta carencia son los propios grupos los que terminan organizando sus sistemas de captación de contactos. Así, por ejemplo, el IMA se sirve de organizar congresos y jornadas en los que participan empresas. En estas actividades el objetivo del IMA es intercambiar ideas y explorar necesidades a partir de las cuales plantear los proyectos.

Otro de los principales problemas en relación con la transferencia que han sido identificados en el IMA tiene que ver con la burocracia. Como se vio en el capítulo 3 (Tabla 9) estos problemas son los que más inciden, por encima del 60%, para frustrar los intercambios y transferencias. Al igual que en la literatura revisada, la opinión de los grupos de investigación en este estudio es que la gestión del proceso de transferencia desde la universidad se torna complicada y puede llegar a convertirse en un obstáculo insalvable en el intercambio de conocimiento y especialmente en la transferencia. Se trata de un problema complejo, siendo la principal barrera la legal, ya que los largos y complicados trámites pueden llevar al abandono de proyectos de manera definitiva. Un ejemplo concreto es el del proceso de licencia de patentes: por un lado, la universidad pone unas condiciones estrictas al proceso, al suponer una cesión de propiedad intelectual de la universidad, mientras que, por otro lado, la empresa requiere la patente con la inmediatez que exige el mercado. Sin embargo, el problema burocrático no se limita a la gestión por parte de la OTRI, sino que se encuentra a su vez presente también

en la gestión de la transferencia por parte de las empresas, llegando a suponer un auténtico bloqueo del proceso de ITC.

Aparte de la burocracia el IMA presenta el problema general de la captación de los investigadores desde el punto de vista laboral. El Instituto no tiene plazas propias de funcionario o contratado permanente, se nutre de investigadores de distintos departamentos de la UCM y del CSIC, aun siendo una Unidad Asociada que podría contar con cierta independencia para contratar personal. Esto supone que la carga del proceso de ITC está determinada por el trabajo de los becarios que realizan sus tesis doctorales, los visitantes extranjeros y, sobre todo, los becarios post- doctorales, lo cual supone una cifra baja de investigadores trabajando permanentemente y denota una falta de autonomía en su gestión, aunque cuente con cuatro personas adscritas a esa tarea y, sobre todo en su gobernanza. Estos son los típicos riesgos que afectan a las universidades que son conglomerados de enclaves tecnológicos. Sin una política científica autónoma que modifique ambos parámetros (contratación y gobernanza) puede ser que la presión del IMA para que la UCM pase de *commercial university* a “consolidada” no se consiga. En este sentido, desde el IMA la estrategia es aumentar la colaboración con el Parque Científico de Madrid, que opera como “clúster tecnológico” de la UAM-UCM, ya que en la actualidad es mínima, y éste es uno de los mayores espacios en la Comunidad de Madrid para la transferencia.

Si esto sucediera, el IMA seguramente abandonaría su “enclave” en Las Rozas, que

le ha permitido adaptarse al entorno exterior hasta la fecha, para unirse a un “clúster tecnológico” propio de una universidad conectada.

5.4.2. Grupo de Gestión del Patrimonio Cultural (GPC - Universidad Complutense de Madrid)

El grupo de investigación GPC está radicado en el Departamento de Prehistoria de la UCM. Se creó en 1998, pero fue fundado tal y como se conoce ahora en 2016. Cuenta con dos personas en la dirección, aunque una de ellas (Alicia Castillo Mena) es la responsable en la actualidad debido a los procesos de jubilación⁵⁵. A estas dos investigadoras principales (IP) se suman otros diez científicos de los cuales siete son ya investigadores consolidados. De todas formas, el funcionamiento del GPC puede llegar a implicar un número muy superior de investigadores, según sea el proyecto, tal y como suele suceder en los grupos de ciencias sociales. Su masa crítica es, por tanto, muy variable, pues el GPC puede presentar un grupo de investigación mucho más amplio y adecuado en cada proyecto.

Independientemente del número de publicaciones y de su alta calidad, la fuerza del grupo en buena medida se mide por la importancia que le concede ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios), el principal organismo internacional relacionado con el patrimonio cultural, a la

tarea realizada por el grupo. El refrendo de ICOMOS vino al nombrar a su IP como la representante de España del ICAHM (Comité de gestión de Patrimonio Arqueológico) en ICOMOS.

El grupo está especializado en estudios interdisciplinares sobre la gestión del patrimonio cultural, aunando las perspectivas de la arqueología, la historia del arte, el derecho, la sociología, la arquitectura y la economía. La falta de adscripción del grupo a un área concreta de conocimiento ha generado problemas para encajar administrativamente.

La mayor parte de su transferencia de conocimiento va hacia las Administraciones Públicas a todos los niveles, ya que trabajan con ayuntamientos (Alcalá de Henares, La Habana y Puebla) con organizaciones internacionales como ICOMOS y la OCM y con comunidades autónomas y organismos como AENOR. El mayor problema que tienen las iniciativas de transferencia que ponen en marcha es que hay una tremenda compartimentación en la Administración sobre el patrimonio cultural.

Además de esa transferencia directa en forma de asesoramiento para la redacción de leyes y normas y la planificación y ordenamiento, el GPC entiende que la mejora en el tratamiento del patrimonio cultural tiene por objetivo principal su disfrute y su uso social. En este sentido, el

⁵⁵ Alicia Castillo pertenece a las primeras promociones de becarios postdoctorales Ramón y Cajal. Su tesis tuvo un impacto inmediato en la modificación de las leyes españolas sobre el patrimonio cultural. Pero aun así, la incorporación de aquellos contratados como Alicia no fue fácil, debido a lo endogámico del modelo universitario. Esto

siempre ha supuesto que estos contratados no han podido desarrollar toda la iniciativa y posibilidades de transformación que potencialmente la Administración ponía en sus manos. De hecho, la carrera como contratado investigador permanente sigue trunca en las universidades, imponiéndose como única vía de continuación la funcionarial.

GPC pone en valor la utilización del patrimonio por los ciudadanos y consigue innovar en la gestión profundizando en nuevos procesos de participación ciudadana, gestión de riesgos, conservación y sostenibilidad. El grupo se ha especializado en implicar a la sociedad en situaciones donde el patrimonio está en situación vulnerable. Esta vertiente del GPC hace que empuje a la UCM hacia el modelo de universidad ciudadana. De hecho, el GPC tiene una fuerte implicación en los grupos ciudadanos madrileños que defienden el patrimonio y que llevan a cabo iniciativas creativas e incluso empresas. Si las estructuras de la OTRI de la UCM presentaban problemas en las actividades de transferencia del IMA, en el caso del GPC son mayores, porque sencillamente no encajan. Las OTRI nunca fueron diseñadas para gestionar la innovación social, pero la innovación social es un eje esencial de las universidades ciudadanas. Estas dependen de los contactos que se forman en las universidades y que luego dan lugar a redes de creatividad, *medilabs* y espacios *coworking*, tal y como sucedió en la pasada década en la zona de Old St en Londres, con la UAL (University of the Arts London), que ha llevado a que en la actualidad sea una de las zonas de mayor concentración de empresas basadas en el conocimiento y la creatividad en Europa.

Frente a la posibilidad de crear una universidad ciudadana lo que desde la dirección del grupo se manifiesta es la tremenda inseguridad en la que se mueve su grupo, desde el plano laboral al institucional inmediato. Ante esta inseguridad cabe preguntarse en qué reside la capacidad de

adaptación del GPC que le ha conducido hasta el presente si su entorno inmediato no parece ser favorecedor. Como veremos en otros dos de los grupos la razón es simple. El GPC está unido a una ventaja comparativa que tiene la economía y, sobre todo, la sociedad española: su patrimonio cultural. España es, según la UNESCO, tras China e Italia la nación con mayor patrimonio cultural. De hecho, el GPC también se comporta como un enclave tecnológico, como el IMA, aunque en este caso la tecnología sea “blanda” (la gestión del patrimonio). Y también ha seguido una estrategia de internacionalización a través de su conexión con ICOMOS. Tal y como se indicó en la Figura 1, el entorno externo de las iniciativas ciudadanas y la creatividad cultural está bien delimitado para que, sobre él, el GPC desarrolle sus iniciativas. Pero al igual que en el caso del IMA, su universidad tiene que dar un salto cualitativo, en este caso hacia la universidad ciudadana.

Por supuesto, no todo depende del entorno inmediato, el GPC también se corre el riesgo de que la política cultural de la Comunidad de Madrid (su entorno externo próximo) no detecte sus iniciativas y deje pasar la oportunidad de incluir la gestión del patrimonio cultural en su RIS3. En este sentido, una de las iniciativas que a su vez se ha convertido en proyecto e intervención social por parte de GPC es *Alcalá Past Común*. Se trata de integrar el patrimonio cultural en barrios vulnerables, un ejemplo palpable de cómo una universidad ciudadana cataliza un recurso del patrimonio cultural para que un espacio

social degradado gane desarrollo económico y social⁵⁶.

5.4.3. Instituto IMDEA Materiales (Universidad Politécnica de Madrid)

Incluir al Instituto IMDEA Materiales como un grupo de investigación de una universidad, y en particular de la UPM, sólo tiene sentido desde el punto de vista adoptado en la Figura 2. La UPM es la universidad española que más presión ha recibido de sus grupos de investigación para desarrollarse como una “commercial university”. Su OTRI está integrada en el área de innovación donde se gestiona la colaboración con 71 cátedras de empresas, se incluyen las unidades de cultura científica, la de propiedad industrial, la de comercialización de tecnologías, la de creación de empresas y el *hub* digital. En este entorno institucional inmediato el grupo de investigación *de Materiales Estructurales Avanzados y Nanomateriales (ASM&n)*, creado hace veinte años y dirigido por Javier Llorca, habría ocupado un lugar puntero en la transferencia de tecnología, como de hecho así es y las propias autoridades de la UPM señalan. Pero en 2007 las cosas cambiaron para ese grupo y su IP.

Tres años antes la Comunidad de Madrid había iniciado su política científica de concentración de conocimientos tecnológicos en un reducido número de institutos a los que iba a denominar Institutos Imdea. Se trataba de “extraer” de las universidades madrileñas los

investigadores de toda una rama de la tecnología, dotarles de unos medios adecuados concentrando los equipamientos en una sola instalación y, sobre todo, aportar a la nueva institución la autonomía de gobierno y modelos de contratación fuera de la rigidez salarial y funcionarial, es decir contrataciones tipo *tenure track*.

Aquella nueva política perseguía los mismos objetivos que se había fijado desde un lustro antes en Cataluña con el programa ICREA. Se diferenciaba de aquella en el hecho de que no ofrecía a centros ya establecidos posibilidades de contratación basada en la atracción de talento. En el modelo IMDEA los destinatarios siempre eran los nuevos institutos, los cuales eran sometidos a evaluación y podían cerrarse si el examen era desfavorable, como de hecho ha sucedido con dos de ellos debido a fallos de gestión.

Si observamos la Figura 2, el objetivo estaba claro. IMDEA Materiales era una nueva estructura de gobierno guiada por el principio de concentración de tecnología en un área de conocimiento (nuevos materiales). El ASM&n iba a seguir existiendo como grupo de la UPM, pero ahora su IP asumía la creación de Imdea Materiales. El Instituto no estaba solo. Se fundaron otros ocho especializados en energía, software, redes, nanotecnología, alimentación y agua, que suponen una fuerza de arrastre para transformar las universidades “comerciales” parcialmente en nuevas estructuras “conectadas”. No se trataba de sustituirlas, sino de convivir e irse

⁵⁶ Corpas, Sánchez García y Castillo Mena (2019).

relacionado. Téngase presente que cada uno de estos nuevos institutos tiene una media de cincuenta estudiantes de doctorado ligados a sus respectivas universidades en el plano administrativo. Ahora bien, si la ligazón existe en el nivel de doctorado, no es así en la contratación de investigadores, pues el sistema de las universidades con respecto al de los institutos Imdea es relativamente incompatible.

La masa crítica de Imdea Materiales para poder estimar su capacidad de transferencia es notable, y puede resumirse hoy en que cuenta con 116 investigadores de diecisiete nacionalidades, lo que supone que prácticamente la mitad son extranjeros. Internamente hay dieciséis IP que lideran grupos especializados y de los cuales tres son Starting Grants/ERC (European Research Council), que es una de las tasas más alta de los institutos de investigación en España⁵⁷. Producen una media de 120 artículos JCR (Journal Citation Reports) anualmente y entre una y dos patentes. Mantienen setenta contratos con empresas y sesenta proyectos de convocatorias competitivas. A esto se suman ocho técnicos para las cuatro plantas pilotos con las que cuentan, y una estructura de gestión de proyectos y transferencia de dieciséis personas, que están inmersos en los proyectos y su cultura. Esto último da al Imdea Materiales una alta tasa de éxito en sus iniciativas de ITC y una notable capacidad de captación de recursos. Todo ello ha permitido al Instituto ganar una buena reputación internacional en las áreas

de diseño, procesamiento, modelaje y simulación de materiales avanzados con aplicación en diferentes sectores industriales, con particular énfasis en el transporte y la energía. En la actualidad, el Instituto está dirigiendo sus esfuerzos a todo lo relativo a materiales y salud y cuidado humano. Estas decisiones de estrategia han proporcionado a Imdea Materiales estar en la vanguardia de algunas tecnologías en cada momento. Además, como institución aún está en fase de crecimiento. El moderno, amplio y magníficamente diseñado edificio para poder colaborar e intercambiar información, aún puede albergar entre cinco y ocho nuevos IP y llegar a los 150 investigadores entre post-doctorales, doctorales, visitantes, etc.

Toda esta capacidad se ha podido desarrollar porque Imdea Materiales tiene una estructura de gobernanza basada en una fundación formada por un Consejo de Administración (Patronato de la Fundación) en el que están presentes tanto la Administración pública, como las empresas, universidades y científicos sin mayoría por ninguna de las partes. Además, este patronato respeta las recomendaciones del Comité Científico formado por investigadores de todo el mundo, que son los que seleccionan al personal investigador. Con este sistema de gobernanza la Administración, tanto regional como nacional, no puede imponer sus criterios de gobierno a los científicos y estos a su vez blindan a la institución para que no se caiga en la tentación a medio plazo de la endogamia.

⁵⁷ En comparación la UPM tiene tantas ERCs como Imdea Matariales.

Frente a la endogamia este modelo lo que proporciona es una notable capacidad de captación de talento internacional entre investigadores *senior* pero jóvenes. Es la captación de este talento lo que termina trayendo el intercambio de conocimiento y deriva en nuevos contactos científicos y empresariales.

De todas formas, Imdea Materiales no se escapa de los problemas que los científicos indicaban en la encuesta EXTRA relativos a la burocracia. En este caso la burocracia se ha de entender como injerencia, ya que los servicios jurídicos de la Administración no encajan bien un modelo en el que la Administración participe económicamente (aporta el 40% del presupuesto) en una fundación en igualdad de capacidad de decisión con las empresas y los científicos⁵⁸. Esto ha causado problemas y malentendidos en ocasiones, ya que la Administración regional preferiría que la fundación sobre la que se asienta el Imdea Materiales fuera pública. La situación de injerencia ha sido mayor en los momentos iniciales de la Gran Recesión, cuando la Administración intento aplicar la contención del déficit público a una institución a la que no podía, e introducir el modelo burocrático de sacar los concursos de contratación de personal a través de los cauces públicos, sin darse cuenta de que así se rompía la contratación tipo *tenure track*.

Se puede pensar que este modelo de gobierno no tiene por qué incentivar en

mayor grado la transferencia, más aún cuando en el Consejo se sientan con derecho a voto empresas como Airbus, Repsol, ITP, Grupo Antolín y Tolsa. Empresas que podrían bloquear la transferencia a posibles competidores. Sin embargo, nada de eso sucede, sino todo lo contrario. Año a año se han ido sumando las compañías interesadas en la transferencia de conocimientos (Micro Materials, ENUSA, ANSYS, BASF, Fokker, Tesa, ArcelorMittal, etc.). Una de las claves que conecta el modelo de gobernanza con las iniciativas de transferencia es que buena parte de las relaciones con las citadas empresas proceden de los contactos de los IP internacionales en sus países de origen, y que al incorporarse a Imdea Materiales los convierten en procesos de ITC.

Aunque la mayor parte de la financiación de Imdea Materiales procede de proyectos competitivos internacionales, con respecto a la transferencia la característica de las empresas que entran en los procesos de intercambio conocimiento con el Instituto es que son grandes empresas. Por un lado, grandes multinacionales, y por otro, grandes empresas españolas muy conocidas como Repsol, pero también otras como Tolsa o Grupo Antolín. El punto en común de todas ellas es que cuentan con departamentos de I+D. Intentar iniciativas con pequeñas y medianas empresas o en sectores, como el de las constructoras, que carecen de centros de I+D no suele ser productivo. He aquí una de las claves de la paradoja comparativa de la región, tal y como se ha explicado

⁵⁸ El resto del presupuesto se capta por proyectos, la mayoría internacionales y un treinta por ciento procedente de los contratos y colaboraciones con empresas

anteriormente. Sin embargo, con las grandes empresas que sí investigan, Imdea Materiales ha llegado a establecer contratos a largo plazo. El Instituto ha acoplado sus capacidades a las de las empresas. Los centros de I+D de las firmas no pueden ocuparse de la investigación a muy largo plazo, tienen que resolver los problemas inmediatos. Esto permite al Instituto plantear la investigación de los temas disruptivos y a largo plazo que preocupan a las empresas. Por ejemplo, con Airbus se investiga los aviones de gran tamaño eléctricos. Nada hace pensar que en los próximos años existan, pero la posibilidad hay que explorarla, y en el transcurso de la misma surgen posibilidades relativamente inesperadas. Estas son esenciales para las empresas y se constata por el hecho de que terminan contratando al investigador novel que desarrolló en su tesis o inmediatamente después el conocimiento. Es ese conocimiento ligado a una incorporación de personal a una empresa lo que para Imdea Materiales supone la mejor muestra de éxito de la transferencia.

5.4.4. Music Technology Group - MTG (Universitat Pompeu Fabra)

El MTG pertenece al Departamento de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la UPF. Tiene una antigüedad de poco más de veinticinco años. Lleva a cabo investigaciones sobre el procesamiento de señales de audio, la recuperación de información musical, las interfaces musicales y la musicología computacional. Al frente del grupo está Xavier Sierra, además de él otros tres IP forman el núcleo del MTG. Se suman al

núcleo veinte investigadores y una media de más de veinte estudiantes de doctorado. Este grupo de investigación se mueve entre la ingeniería y la creatividad musical, y lo hace tanto desde la colaboración con la industria, donde han contribuido con un centenar de patentes, hasta la innovación social y colaborativa.

En 2003 el MTG ganó una fuerte presencia mediática y pasó a ser un nodo de referencia para todas las redes creativas relacionadas con la música electrónica en el mundo. Esto lo consiguió con diferentes aplicaciones, pero sobre todo con la popularidad que les dio el instrumento musical *Reactable*. Se trata de una mesa sobre la que se deslizan piezas modulares que varios músicos a la vez van moviendo para crear música. Esta descripción tan sencilla esconde el hecho de que tras el aparato hay todo tipo de tecnologías de visión (ReactIVision, sistema de visión artificial de código abierto), software de multiplataformas e ingeniería electrónica que han dado origen a otras aplicaciones y productos. Como producto y servicio *Reactable* ha sido comercializado y desarrollado industrialmente por la *spin-off Reactable Systems*. El *Reactable* es un instrumento con una versatilidad absoluta, puede ser utilizado por músicos profesionales, como los del grupo *Coldplay* o la cantante Björk, pero también se encuentra en casi todos los museos de ciencia, comunicación y tecnología del mundo, ya que permite a niños y personas sin experiencia musical comprender y trabajar con el lenguaje musical. Por supuesto, la tecnología que porta *Reactable* ha permitido generar toda una familia de

líneas de producto, que van desde los conciertos, hasta la app para móviles.

A la tecnología *Rectable* se unen otros productos como *Vocaloid*, *LoopMash*, *Riyaz* o *Essentia*. Todos han dado lugar a otras *spin-offs* o a acuerdos de cesión de licencia con compañías. Una de las más cercanas a todos nosotros es la tecnología *Vericast*, un programa de monitorización que escucha, graba y compara 60 millones de canciones con nada más que acercarse a la fuente de sonido. Este programa es el que permite a la SGAE en España, y a casi un centenar de sociedades para la defensa de los derechos de autor en todo el mundo, rastrear la utilización fraudulenta de las canciones y sonidos registrados. El rendimiento económico de esta aplicación es impresionante. Por ejemplo, a la SGAE la tecnología desarrollada por el MTG le permitió recaudar 300 millones anuales en derechos impagados. *Vericast* dio origen a la *spin-off* *BMAT (Barcelona Music & Audio Technologies)*, que facturó el año 2018 siete millones de euros, dando trabajo a cien personas con delegaciones en doce países, especialmente en Asia. Su tecnología está presente en aplicaciones como *Spotify* y *Youtube*, en compañías como Samsung y en decenas de cadenas de radio y televisión. De hecho, *BMAT* rastrea 6.000 canales continuamente y cuenta con la biblioteca musical más extensa del mundo.

Se pueden poner más ejemplos de la potencia del MTG. Proyectos como *Mip-frontiers*, *Future songwriting*, *Trompa*,

Musical bridges y *Humaint*, o la *spin-offs* *Voctro Labs* que trabaja en el mundo del sonido para vídeos, son similares a los anteriores, pero la cuestión es ¿qué modelo de transferencia tiene un grupo cuya base humana permanente no supera la veintena de investigadores?

Volviendo a la Figura 2, el MTG empezó siguiendo el modelo de enclave tecnológico e internacionalizándose trabajado con la empresa Yamaha. Fueron los primeros diez años basados en el desarrollo de más de ochenta patentes. En aquellos años Xavier Sierra, quería seguir el modelo que había aprendido en Stanford donde su tesis doctoral dio origen a patentes que se licenciaron. Pero tras alcanzar aquel nivel el MTG reclamaba una mayor implicación de la UPF como “commercial university” e incluso como universidad conectada.

Aunque la Unidad de Innovación de la UPF operaba u opera de manera más moderna que las OTRI tradicionales, lo cierto es que es pequeña (diez personas) y más volcada hacia la transferencia en biotecnología. Dicha unidad daba un soporte suficiente al grupo de investigación, pero el MTG ha tenido que desarrollar su propia pequeña unidad de transferencia con dos especialistas cuya remuneración procede de sus proyectos. Hay que tener presente que de las siete *spin-off* creadas cien por cien desde la UPF, cuatro son del ámbito biotecnológico y tres del MTG⁵⁹. Esta situación condujo al MTG cada vez más a ir pasando de un modelo de licencias de

⁵⁹ A estas empresas hay que añadir que la UPF en colaboración con empresas ha desarrollado más de veinte *start-ups*.

patentes a otro de tecnologías abiertas, mucho más fáciles de gestionar y abiertas a la participación ciudadana, a la vez que iba creando sus *spin-offs* para dar salida a sus tecnologías. Esta apertura es la que ha dado la dimensión social a MTG, pero todo esto se ha hecho llevando al límite el esfuerzo del grupo inicial formado por los cuatro IP, hasta el punto de que en la actualidad es complicado el relevo generacional.

El problema es en realidad de tipo laboral, una vez más. La estructura departamental ha impedido un crecimiento más lógico del grupo. El programa ICREA no ha sido un apoyo fundamental, pues hasta muy recientemente estaba diseñado más para centros científicos que tecnológicos. Por ejemplo, desde ICREA se cubre el puesto de la investigadora que está en el proyecto HUMAINT (Impact of Artificial Intelligence on Human Behaviour), que es tal vez el proyecto más básico de MTG, cuando el cuello de botella que tiene el MTG son los investigadores tecnológicos, que no están tan interesados en la publicación científica, que es lo que rige en ICREA, sino en el trabajo con tecnologías para el desarrollo de aplicaciones y productos. Estos problemas parecen estar resolviéndose con la creación por parte de la Generalitat de EUROCAT (Centre Tecnològic de Catalunya). Pero en el momento actual el MTG se encuentra en una encrucijada. Con una alta concentración de tecnologías no tiene una estructura de gobernanza avanzada y puede resultar muy difícil alcanzarla porque delante de las tecnologías que desarrolla no hay en Cataluña una industria que invierta masivamente en I+D, ni tampoco grandes compañías españolas o multinacionales de

las TICs que tengan a España como lugar de toma de decisiones y producción. Una de las quejas de la dirección del MTG es similar a la de Imade Materiles y vuelve a incidir en el problema de la paradoja competitiva de las regiones españolas. Si al otro lado no hay una empresa con un departamento de investigación la transferencia capaz de convertirse en innovaciones y tener un relativo rápido retorno económico es prácticamente imposible.

Al igual que en el caso anterior, los responsables del MTG también sostienen que la principal transferencia es la que “se llevan” los doctorandos que han desarrollado un conocimiento para una empresa y que terminan instalándose en ella o creando sus *spin-offs*. En muchos casos se trata de empresas que al no tener departamentos de investigación tienen que contratar a tiempo completo al investigador formado por el grupo investigador. De este modo se transfiere mucho más que un conocimiento tecnológico. Para poder hacer esto las tecnologías han de ser todas propias y escalables. Este modelo permite a MTG tener nuevos contactos y poder lanzar nuevas iniciativas a las empresas. Frente a este modelo, lo que no puede poner en marcha MTG es un grupo extenso de *seniors desarrolladores* que vendiesen soluciones y licenciasen patentes continuamente gracias a su experiencia, haciendo transferencia competitiva. Ese tipo de profesional y sistema de contratación que debería tener se acercaría al de la empresa privada y no tienen cabida en la universidad española.

La vía de universidad conectada es muy complicada para MTG. Pareciese que, frente a este modelo, el de universidad ciudadana

sería más aceptable para MTG. El centro es un constante ir y venir de estudiantes de todo el mundo que quieren aprender las tecnologías de la música en Internet y el desarrollo de la creación musical en los nuevos contextos musicales que se abren con las TIC. Pero a diferencia de lo que hemos señalado en el caso de Londres, Barcelona no cuenta con un entorno de creatividad ciudadana tan desarrollado, el mundo académico musical es tremendamente clásico y la docencia de la música aún no ha dado el salto a las nuevas tecnologías. Así que el MTG casi se mueve más adaptándose al modelo de universidad *glocal*. De hecho, hay toda una comunidad de creadores virtuales que están ligados al grupo a través de sus aplicaciones y la creación y uso de sonidos. Tal vez no somos conscientes de ello, pero identificamos todos nuestros aparatos electrónicos y aplicaciones por notas musicales. Se trata de millones de notas que tienen que lograr captar nuestra atención. Evidentemente todo esto tiene una repercusión industrial, que también estaría empujando a la UPF hacia el modelo de universidad conectada. Sin embargo, hasta la llegada del MTG y la creación de sus *spin-off* se puede decir que no había contexto industrial y académico, de modo que el MTG no deja de ser una isla en su entorno exterior cercano, mientras que el grupo investigador es cada vez más *glocal*.

5.4.5. Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas – CD6 (Universitat Politècnica de Catalunya)

El CD6 es un centro de innovación tecnológica de la UPC creado en 1997 en el Campus de Terrassa. Desarrolla su actividad

en el campo de la ingeniería óptica aplicada a la salud y ciencias de la vida, sensores, iluminación, *displays*, energía, control de calidad en la producción, sistemas de seguridad y en general la fabricación de sistemas ópticos y sus componentes. Al igual que sucedía en el MTG con el sonido, el uso de dispositivos ópticos está en todas nuestras tecnologías y aparatos. Esto hace que el CD6 transfiera tecnología a los sectores de automoción, electrónica de consumo y multimedia, biomedicina e instrumentación.

El grupo está formado por once investigadores, de los cuales cuatro son los IP encargados de las investigaciones, trece técnicos que desarrollan tecnología, cuatro personas dedicadas a la transferencia, pero también a la gestión y administración, y una media de diez estudiantes de doctorado. Han gestionado más de 120 proyectos para casi 90 clientes de España, EE.UU., Alemania, Israel, Taiwán y Dinamarca. Aunque su producción científica supera los doscientos artículos JCR, el CD6 es netamente un centro tecnológico. Además, el campo de la óptica en el que se mueven no implica un alto contenido en ciencia básica. Han desarrollado veinticinco patentes, tres licencias y sobre todo cuatro *spin-offs*, que son la base de su modelo de transferencia de tecnología: *Visiometrics*, *Sensofar*, *Simulacions Óptiques* y *MicroPaP*.

Estas *spin-offs* mantienen una intensa y constante relación con el CD6. Se podría decir que en cierta medida sus trabajadores son también miembros de CD6. Se trata de empresas formadas por antiguos colaboradores e investigadores que siguen

investigando y, sobre todo, desarrollando, de modo que crean un círculo de negocio y financiación de la investigación con el CD6. Gracias a estas empresas el CD6 conoce el estado de necesidades del mercado de la óptica en todo momento. Se da así un continuo proceso de ITC que permite la contratación de nuevos doctores. Esta ha sido la adaptación que el CD6 ha venido haciendo desde 2005 para poder desarrollar sus tecnologías y costear parte de su investigación, además de la financiación por proyectos, y ha sido posible gracias a que desde dentro el CD6 cuenta con una administración propia que actúa como promotora de las empresas.

En 2005, el CD6 ya estaba presionando para que la universidad o las autoridades de la política científica pudieran dar una opción a los centros tecnológicos. El modelo podía haber seguido las líneas maestras de ICREA y de los centros CERCA que estaban diseñados para los centros de investigación básica. El problema fue que estas tecnologías más aplicadas no iban a conseguir una financiación de grandes proyectos europeos o ERCs. Además, los puestos claves en estos grupos son los de los técnicos que llevan a cabo investigación, pero sobre todo hacen desarrollo y que encajan mal en la estructura de puestos de trabajo de las universidades. Como siempre se necesitaba un proceso de concentración de las tecnologías, de los investigadores, una dotación adecuada de nuevos puestos de trabajo y un cambio en la gobernanza. Desde entonces el CD6 está a las puertas de

constituirse como Centro Tecnológico, pero esa figura no ha sido bien diseñada ni apoyada hasta la actualidad. El beneficio de hacer un centro tecnológico para hacer transferencia era muy pequeño, de hecho, la Generalitat ha optado por crear EUROCAT, que viene a suponer una concentración de tecnologías, con fuerte apoyo administrativo y formas de gobierno flexibles. El problema ahora para el CD6 es que está al final del ciclo de sus fundadores y no cuenta con la suficiente masa crítica para dar el salto y forzar la vía de la universidad conectada.

5.4.6. Centro de Fabricación Avanzada Aeronáutica - CFAA (Universidad del País Vasco UPV/EHU)

El CFAA nació en 2015 como centro tecnológico. Con una estructura de gobierno y financiación que son las que reclaman grupos como el CD6. El CFAA tiene la denominación de centro mixto de la Universidad del País Vasco. Esta denominación indica que es una institución promovida y financiada por instituciones públicas (Gobierno Vasco, Diputación Foral de Bizkaia y UPV/EHU) y empresas. Su Consejo Rector está formado por diez miembros, cinco de la Administración, de los cuales dos son de la universidad, y cinco en representación de la Agrupación Empresarial para el Desarrollo de Técnicas de Fabricación Aeronáutica Avanzada, formada por 72 empresas⁶⁰. Las decisiones son conjuntas, pero las empresas no pueden fijar los temas de investigación. Éstos

⁶⁰ Un número tan alto de empresas evidencia que el tamaño de las mismas es pequeño, por lo que generar medios para investigar es poco rentable y la fórmula de un

centro tecnológico es una solución, pero provoca sobre el centro multitud de objetivos y poca intensidad en la financiación de los mismos.

quedan al criterio último de los investigadores del Centro. Tampoco la Administración regional puede imponer su opinión si no convence a las empresas. Así que el equilibrio es tripartito.

El CAFF está radicado en Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia (Zamudio), organismo que también participa como ente colaborador. Surgió como una repuesta conjunta entre la industria y la universidad ante el crecimiento de la industria aeronáutica y el sector auxiliar de la misma.

La industria aeronáutica es de reciente implantación en el País Vasco. Comenzó su andadura en los años noventa a partir de dos empresas: ITP y Aernova (ahora integrada en Siemens). Estas empresas tiraron de toda la industria vasca matricera, de aleaciones, de fundición nuevos materiales, de la máquina herramienta y de la soldadura robotizada. Todos esos sectores son los que participan en la Agrupación Empresarial representada en el Consejo Rector. El objetivo común entre las tres partes (empresas, Administración y Universidad) es aumentar la intensidad en conocimiento científico de los productos y procesos, generando tecnología en el País Vasco para seguir siendo una región competitiva⁶¹. Se ha intentado implicar a la Administración central, siguiendo la estructura de los grandes centros de investigación básica de gobierno compartido entre Administraciones,

científicos y empresas, pero el modelo para centros tecnológicos, a diferencia de los centros científicos, no parece atractivo al Gobierno central⁶².

A todos los efectos el CFAA es una institución plenamente representativa de la universidad “conectada”. 2017 fue el primero año efectivo de funcionamiento, por lo que el Centro aún está en pleno crecimiento. En la actualidad cuenta con diez investigadores de la universidad, tres investigadores técnicos del propio CAFF y los primeros posgraduados, a los que hay que sumar el personal de las empresas que realizan estancias cortas en el centro, así como estudiantes de todos los niveles, incluyendo los de formación profesional. Este personal en formación puede estar constituido por doctorados procedentes de programas mixtos con las industrias, estudiantes de la universidad y personal en prácticas de las empresas. Para el año 2022 se prevé duplicar estas cifras.

En el corto espacio de tiempo que lleva funcionando se han desarrollado 123 proyectos en los que suelen participar entre tres y cuatro empresas que firman por un periodo de tres años el sostenimiento del proyecto. Ahora bien, la mayor parte de la financiación procede de proyectos más grandes, basados en fondos de las Administraciones regional, nacional y, especialmente, europea.

⁶¹ A la luz del trabajo de campo es posible que en Gráfico 5.1 de una imagen excesivamente negativa de regiones como el País Vasco dado que es la propia industria la que se vuelve intensiva en conocimiento. Por esta razón posiblemente regiones como País Vasco, Malmö, Övre Norrland y Göteborg deberá estar más arriba en el gráfico.

⁶² Los centros de excelencia científica en el País Vasco reciben el nombre de BERCs, que corresponde al término *Basque Excellence Research Centre*. En el capítulo 4 se citaba el caso del BC3 - Basque Centre for Climate Change.

El CFAA promueve el desarrollo de tecnologías de fabricación aplicables en relativamente breve espacio de tiempo a los procesos productivos, principalmente de las empresas socias, aunque la institución está abierta a cualquier firma que desee contratar un trabajo de investigación. Se trata de una institución especializada en resolver los problemas que se derivan de la traslación de prototipos y procesos productivos justo al momento anterior al inicio de la producción en fábrica. El objetivo es llegar al denominado TRL7 (*Technology readiness levels* o niveles de capacidad tecnológica), un paso antes de la industrialización. Es en este punto donde los centros tecnológicos aportan el máximo de transferencia y conocimientos. En consecuencia, las instalaciones son un gigantesco laboratorio de pruebas, que cuenta con toda la maquinaria y recursos de las empresas para simular los procesos de producción. La innovación de tipo incremental es constante. Afecta tanto a los productos como a las máquinas, pues éstas también son aquilatadas, modificadas y mejoradas. Aunque el proceso de reingeniería produce nuevos conocimientos, el objetivo del CAFF no es prioritariamente el desarrollo de patentes, licencias o *spin-offs*. Esas formas de transferencia quedan subsumidas, porque literalmente es como si el grupo de investigación trabajase dentro de las empresas. Es como si en la Figura 1 se hubiera trasladado al grupo de investigación directamente al entorno de las empresas innovadoras, o como si el grupo de investigación fuera una ampliación de la empresa. Con ello se eliminaría el entorno institucional inmediato, aunque como

veremos esto no se ha conseguido plenamente por la dificultad del encaje laboral de los técnicos investigadores.

La regla de oro que se sigue para delimitar los derechos de propiedad sobre las innovaciones es que la empresa que ha financiado el proyecto es la propietaria. Se trabaja respetando la información industrial más sensible, pero procurando que ello no merme los ritmos de publicación científica que precisan los investigadores. En realidad, las empresas están más interesadas en la reducción de costes que en la propiedad sobre un proceso, pues se entiende que ambas partes son conscientes a la hora de mantener la confidencialidad. En cualquier caso, el principal activo de transferencia es el conocimiento con el que vuelve el personal que realiza las estancias.

El CAFF toma como referencia a dos instituciones similares, una en Reino Unido, el *Department of Automatic Control and Systems Engineering, and the Advanced Manufacturing Research Centre (AMRC)* de la *University of Sheffield* y el *Laboratory for Machine Tools and Production Engineering (WZL)* de la *RWTH Aachen University*. La escala de estos centros es muy superior, en especial en lo que se refiere al número de los investigadores, pero el CAFF cuenta con una planta experimental con toda la maquinaria necesaria para desarrollar prototipos y resolver los problemas de los procesos productivos en igualdad de condiciones. Se han tomado estos dos centros de referencia porque dentro de una estructura universitaria son casos en los que funciona mejor la colaboración entre las empresas. Los centros tecnológicos no

universitarios, de larga tradición en el País Vasco, como ya se ha señalado, tienen más complicado ese papel.

El coste de montar una institución como el CAFF es en términos comparados más alto que el de un centro científico. Esto se debe a dos cuestiones. Por un lado, los centros científicos tienen más capacidad de captación de fondos institucionales, de tal manera que aun siendo más grandes son más fáciles de financiar. La segunda cuestión es que un centro tecnológico encaja con dificultades en una estructura universitaria. El problema radica de nuevo en el régimen laboral. Aunque el CAFF tiene su propio personal de técnicos que realizan investigación, un perfil muy propio de las empresas, en realidad su consolidación depende de la UPV/EHU, de igual manera que sucede con los investigadores. Pero en la universidad se carece de esas plazas. O se es PDI o se es personal técnico de laboratorio. Sin embargo, el personal investigador técnico necesita un aliciente laboral similar a la carrera investigadora. También sucede que el personal investigador ha de trabajar intensivamente en transferencia, especialmente en su gestión, lo cual merma su producción científica en forma de artículos.

5.4.7. Grupo de Investigación en Patrimonio Construido - GPAC (Universidad del País Vasco UPV/EHU)

GPAC fue fundado en 1996. Está dirigido por Agustín Azcárate y formado por otros veinticuatro investigadores (trece investigadores, dos posdoctorales, cuatro predoctorales y cinco colaboradores

externos) de los cuales seis pueden considerarse IP por su capacidad ejecutiva. Este grupo procede de distintas áreas del conocimiento: arqueología, antropología, arquitectura, economía financiera, historia del arte, ingeniería geodésica y cartografía. En el grupo es esencial contar con perfiles de gestores de proyectos con capacidad para investigar y a la vez entender lo que es la transferencia de conocimiento al entorno externo social.

El GPAC ha desarrollado 43 proyectos de los cuales diez han sido en América, tres en África y dos en Europa. Esta actividad ha dado lugar a una producción superior a los doscientos artículos científicos y su internacionalización quedó ratificada cuando la UNESCO le concedió la Cátedra de Paisajes Culturales y Patrimonio.

El GPAC, además, está dentro de una UFI (Unidad de formación e Investigación), que es una estructura propia de la UPV/EHU. La UFI en la que se integra el GPC se denomina *Global Change and Heritage* y reúne a ochenta investigadores al sumarse otros dos grupos de investigación: Grupo de Investigación en Hidrogeología, Geotecnia y Medio Ambiente (HGI) y Grupo de Investigación en Química Analítica Ambiental (IBeA).

El GPAC es internacionalmente conocido por una de sus intervenciones: la restauración y gestión patrimonial y cultural de la Catedral de Santa María del Mar en Vitoria. Los trabajos se iniciaron en 1998 y en 2002 recibía el Premio *Europa Nostra*. Recientemente este proyecto ha sido galardonado con el premio Patrimonio Arqueológico Europeo 2019. Las

intervenciones del GPAC se caracterizan por su lema “abierto por obras”, una estrategia completamente novedosa que pusieron en marcha por primera vez en Santa María.

Al igual que sucedía cuando se ha analizado al GPC de la UCM, el proceso de intercambio y transferencia de conocimiento sólo se entiende si se contempla que el destinatario de la iniciativa de ITC es el entorno cultural ciudadano. Los responsables de GPAC lo denomina socializar el conocimiento⁶³. El entorno de destino tiene una geometría variable. Por ejemplo, en el caso de Santa María del Mar el destinatario más relevante era la ciudadanía de Vitoria. Prácticamente todos vitorianos visitaron las obras de restauración. Más de 350.000 personas disfrutaron en aquellos años de la posibilidad inédita de desplazarse por andamios y estructuras que acercaban al espectador a centímetros de las bóvedas. Obviamente, de aquellas visitas hubo personas procedentes de todo el mundo, cuyas opiniones y acciones repercutieron en la fama del proyecto. Las más notorias fueron las visitas de Paulo Coelho, Arturo Pérez-Reverte, José Saramago y especialmente la de Ken Follett, quien se inspiró en el edificio para uno de sus libros. Todo aquello tuvo dos claras repercusiones. En 2015 la catedral recibió la consideración de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Vitoria pasó de ser una de las ciudades no consideradas para visitar por los turistas a ocupar en aquellos años el segundo puesto. De forma directa, el receptor del conocimiento fue la Fundación Catedral Santa María, formada por el

Obispado, La Diputación foral de Álava y el Ayuntamiento de Vitoria. La Fundación es una depositaria de ese conocimiento, que incluye cómo enfrentarse a una mala restauración, la realizada en los años sesenta del siglo XX, la implementación de los primeros programas informáticos para el reconocimiento de los daños, que fueron utilizados en los primeros informes para declarar en ruina el edificio y, por supuesto, todo el saber hacer que se trasladó en el Plan Director y su consecución. Por último, también son receptores del conocimiento los investigadores y especialistas de todo el mundo que se enfrenten a retos similares. Todo ello se sintetiza en la recuperación de un espacio con implicaciones sociales y urbanas. Tomemos una sola de ellas: el concepto “abierto por obras”.

Este concepto ha tenido una repercusión a lo largo y ancho del mundo. No hay restauración en la actualidad que no se haga partiendo de este principio. Cuando lo pensaron y pusieron en práctica en el GPAC lo que deseaban era hacer partícipe a la ciudadanía cercana al edificio del proceso de restauración de su patrimonio.

El hecho de la restauración es utilizado por GPAC para realizar acciones culturales de todo tipo (exposiciones, visitas, conciertos, charlas divulgativas, etc.). Se pasa de la restauración a la revitalización cultural de todo un entorno.

El GPAC ha vuelto a poner en práctica todas estas ideas en su proyecto actual más ambicioso, que es la revitalización de las

⁶³ Detrás de esta socialización está la idea de que en un proceso de ITC de este tipo los investigadores van

a compartir conocimiento y a recibir más de los que ellos van a dar.

Galerías de Punta Begoña en el puerto de Getxo (Bilbao). La revitalización, a diferencia de la restauración, no tiene el fin concreto de salvar el edificio, sino que se enfrenta al problema social y global que ha causado el deterioro, recuérdese que la UFI se denomina “cambio global y patrimonio”.

En el caso concreto de las Galerías de Punta Begoña el GPAC se ha enfrentado a un asunto clave en la conservación de la arquitectura del siglo XX: la corrosión del hormigón armado por la contaminación ambiental. Las Galerías Punta Begoña fue de los primeros edificios que utilizaron el hormigón moderno como elemento visto. La exposición del hormigón al efecto de las corrientes de aire procedentes del mar y cargadas de la contaminación portuaria hacen del edificio un laboratorio de experimentación. En muy pocas partes del mundo se dan las mismas condiciones en un edificio tan antiguo.

Una vez esbozado el trabajo de investigación y la tarea de transferencia de conocimiento a la sociedad, el GPAC es un candidato perfecto para explicar como un grupo de investigación presiona a su universidad para que se transforme en una universidad “ciudadana” ante una impresionante ventaja comparativa social como es la riqueza del patrimonio español. De nuevo, si tomamos la Figura 2, podemos observar como el GAPC en el proceso de revitalización de la Catedral de Santa María pasó de enclave, a internacionalizarse y reclamar nuevas estructuras de gobierno que permitiesen dar el salto hacia el modelo de universidad “ciudadana”. Hace siete años la UPV/EHU creó la estructura perfecta para

que un grupo como el GPAC lo consiguiera: las UFI.

Una UFI supone la concentración de tecnologías procedentes de estructuras de facultades y presentes en los grupos de investigación que se unen. Evidentemente en este caso se unieron para explotar, vía investigación y transferencia, la ventaja comparativa social del patrimonio cultural. Esto implica para la universidad enfocar sus estructuras hacia la investigación y la formación asociada a la misma, centrada en los estudios de postgrado y no en los de grado que, necesariamente, han de pasar a ser secundarios. A esta estructura en el caso de la UFI *Global Change and Heritage* se une la entrada del contrapeso social vía cátedra UNESCO que supondría la participación del entorno social. El problema es que la Universidad paralizó la continuación de la UFI. Las fuerzas tradicionales de la universidad, una vez más, bloquearon la transformación y la política científica de la comunidad está demasiado centrada en la ciencia y su transferencia desde la perspectiva del modelo lineal, como para contemplar como válidas las estructuras que permiten el intercambio y transferencia de conocimiento entre las iniciativas de los grupos de investigación y los entornos socioculturales.

5.4.8. *Instituto de Restauración del Patrimonio - IRP (Universitat Politècnica de Valencia)*

El Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio (IRP) de la Universitat Politècnica de València (UPV) se funda en 1999 como una Estructura No Convencional de

Investigación. Este nombre ya marca la especificidad de una institución que empujaba a la UPV, una universidad en esencia de tipo “conectada”, hacia un modelo de universidad “ciudadana”. Como se indicó en el capítulo 4, la creación en 1990 del ITQ tiró de la UPV para que fuera hacia el modelo de universidad conectada. Nueve años después lo que en su día era su OTRI había desarrollado una notable capacidad para ir apoyando a investigadores para que formasen grupos de investigación claramente dirigidos hacia los procesos de ITC. Normalmente la táctica a seguir era identificar tecnologías y su ámbito de aplicación. Pero cuando había que buscar en las ciencias sociales ese enfoque fallaba. Al igual que en el caso del GPAC había que actuar desde un concepto al que sumar tecnologías. Este asunto es el que estaba detrás de la denominación de estructura no-conventional de investigación. La persona clave para ir avanzando fue Pilar Roig. Los retos en restauración a los que se estaba enfrentando la habían conducido a integrar a todo tipo de expertos con sus tecnologías, desde artesanos, hasta químicos, biólogos y, por supuesto arquitectos. En vez de crear un instituto de arquitectura del patrimonio, o de química de la restauración, lo que se hizo fue establecer una estructura de agregación de las tecnologías. Fue una respuesta propia de una universidad “conectada”. Oficialmente esa estructura quedó instituida en 2006 como instituto de investigación con una dotación notable de laboratorios y espacios en el parque científico Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI). Al igual

que en el caso del GPAC o el GPC de la UCM cada proyecto implica un número variable de investigadores.

El IRP siempre se mueve entre, por una parte, el impulso del desarrollo tecnológico y su transferencia al entorno empresarial (la universidad “conectada”) y la innovación en el ámbito de la conservación del patrimonio cultural para impactar en el entorno ciudadano (universidad “ciudadana”). El modelo se puso a prueba en la restauración de la Basílica de la Virgen iniciada en 1998 y terminada en 2012. Al igual que en el caso de Santa María del Mar de Vitoria, también una fundación, la Fundación para la Rehabilitación de la Basílica, fue la institución social que iba a ser depositaria del conocimiento y que jugó un papel esencial para entender el valor que la sociedad da a su patrimonio. De los once millones que costó la restauración, 1,4 procedieron de las aportaciones particulares de los ciudadanos y de las empresas. En el siguiente proyecto, la restauración de San Nicolás, sólo se tardó tres años (2013-2016) y en buena medida los costes fueron asumidos por la Fundación Hortensia Herrero. En esta restauración se desarrollaron los kits de biolimpieza utilizando baterías⁶⁴ y con la empresa HP se desarrolló un robot-scanner para la copia y reproducción y traslado mural de frescos.

Las intervenciones descritas, mas todo el trabajo de las múltiples secciones del IRP, han dado un prestigio internacional al Instituto que ha llevado a su personal a

⁶⁴ En la actualidad se está intentando crear una *spin-off* con esta tecnología. El grupo de investigación puso en abierto este conocimiento al publicar el modo en

que lo habían desarrollado y puesto en práctica. Esto ahora imposibilita que se pueda patentar, de modo que dificulta la posibilidad de comercializar o licenciar la tecnología.

trabajar en restauraciones en Mesoamérica, Marruecos e Italia y ser considerado ente los grupos más potentes en conocimientos de restauración en el mundo, a juicio de instituciones como el Vaticano.

Como en casos anteriores en el IRP se considera que la mejor transferencia sucede cuando su personal en formación se transfiere a instituciones o empresas. Esto descapitaliza momentáneamente al Instituto, pero afianza a medio plazo su red de conexiones. En cualquier caso y al igual que se ha visto para centros como el CFAA, la estabilización dentro de la universidad del personal técnico investigador es un problema. Falta una figura contractual de esas características y que resulta esencial para la transferencia. La única salida es la acomodar ese personal en instituciones, empresas o *spin-offs*, e intentar mantener el contacto, como sucede en el grupo DC6. Aún con este problema puede decirse que la UPV siendo básicamente una universidad “conectada”, también ha sabido jugar a ser una universidad “ciudadana”.

5.4.9. Cátedra UNESCO en e-learning y Cátedra AENOR en Certificación y Estándares de Calidad y Tecnológicos (Universidad Internacional de la Rioja)

Aunque inicialmente se trata de dos grupos de investigación diferentes lo cierto es que sus objetivos son comunes y el tamaño de UNIR y su estructura de gestión de la investigación, la innovación y la transferencia permite contemplar a ambos de una manera conjunta. Ambos grupos están a su vez ligados por el Instituto de

Investigación, Innovación y Tecnología Educativas (UNIR iTED).

El grupo de la Cátedra UNESCO nace en 2013, al poco tiempo de crearse la Universidad (2009). Se ocupa del diseño e implementación de acciones a corto, medio y largo plazo centradas en las tecnologías educativas a nivel internacional y ligadas a los procesos de *e-learning*. Investigan sobre el aprendizaje en relación con las nuevas tecnologías y, sobre todo, los problemas de accesibilidad y la incorporación a la educación superior de grupos y ciudadanos desfavorecidos. Por su parte el grupo de la Cátedra AENOR, creado en 2014, investiga en los estándares de calidad tecnológicos, certificaciones y normalización que han de tener las normas relativas a la certificación de las competencias digitales, la evaluación de la reputación *on-line* y la gestión de las organizaciones educativas.

Puede decirse que ambos objetivos rigen buena parte de los objetivos en investigación que tiene UNIR. La importancia que tienen para la propia institución es vital, porque en cierta manera es UNIR el principal receptor del conocimiento generado. Es como si todo el esquema de la Figura 1 se concentrara y el entorno exterior y el institucional inmediato fueran lo mismo. Ahora bien, el receptor último de la transferencia de conocimiento que hacen estos grupos a UNIR son los propios estudiantes que ven mejorados sus cursos en los aspectos de conectividad, facilidad de aprendizaje y acreditación/certificación. Obviamente, la existencia de cátedras, como UNESCO, AENOR o IBM implican también al sector

externo que intercambia conocimiento con la estructura de investigación de UNIR.

El modelo de universidad hacia el que empujan la actividad de investigación en UNIR es el *glocal*. El modelo *glocal* tiene una clara relación con las universidades on-line y la tradición anterior de las denominadas de “a distancia”. Ahora bien, una universidad *glocal* supera en dos formas esta línea. Por una parte, introduce la investigación en el propio fenómeno educativo que se desarrolla en el medio utilizado, en este caso las plataformas de educación. Esto ya lo llevó a cabo en su día y lo siguen haciendo la Open University o la UOC. Por otra parte, la universidad *glocal* suma a lo *online* y su investigación el componente global-local de asentar en puntos de la geografía mundial sus campus. El estudiante ha de tener la posibilidad de vivir el hecho de la globalización, no solo vía plataforma, sino intercalándose físicamente en los campus repartidos por el mundo para conocer el mundo. El caso de *Minerva Project* es paradigmático en este sentido. Sus campus están repartidos por Asia, Europa y América, pero su punto de referencia último es Claremont (Los Angeles), en particular el *Minerva Schools at KGI (Keck Graduate Institute)*. Allí se desarrolla la parte de investigación del *Minerva Project* en el *Minerva Institute for Research and Scholarship*. Los objetivos de este instituto son muy similares a la estructura de investigación de UNIR. Lo que permite es ir más allá en el modelo *online* de educación superior y abrir las puertas a la investigación también a esos estudiantes de grado y a

estudiantes desfavorecidos del todo el mundo⁶⁵.

5.5. Conclusiones

En este capítulo se ha querido mostrar como los grupos de investigación van empujados a sus universidades hacia los tres modelos que rigen la evolución de las universidades en la actualidad: el modelo de universidad conectada, el de universidad ciudadana y el de universidad *glocal*.

En este proceso los grupos se encuentran con los obstáculos de sus propias universidades, con el escollo que supone a veces la política científica y con los impedimentos que hacen que los entornos externos (el ciudadano, el empresarial y el público) no puedan interrelacionarse con los grupos de investigación.

Partiendo de los estudios de casos son varios los obstáculos que se repiten y que ya habían sido detectados de manera agregada en el análisis de la encuesta EXTRA del capítulo 3. En buena medida todos esos problemas se resumen en tres, aunque la cara más visible, o lo que lo oculta a la vez, sea la queja sobre el peso de la burocracia como impedimento al intercambio y la transferencia del conocimiento. Detrás de esa queja, que supera el 65%, lo que hay son tres problemas:

1. Unas estructuras laborales anticuadas.
2. Unos sistemas de gobernanza que no permiten compartir objetivos entre científicos, Administraciones Públicas y los agentes del entorno exterior

⁶⁵ Bofarull (2020, 128-29) presenta el caso de Minerva Project como el ejemplo más claro de moonshot

(disrupción digital) más evidente en el mundo de la educación superior en el mundo.

3. Una falta de integración entre la cultura científica y la cultura de la propiedad industrial e intelectual. Problemas que es debido a la falta de especialistas que trabajen dentro de los grupos de investigación.

Nótese que donde estos problemas están resueltos, los grupos no presentan serios problemas. Llegan con facilidad a los agentes de su entorno externo, sin que ello cree un choque irresoluble con sus universidades y con las Administraciones Públicas.

Bibliografía

- BOFARULL, I. (2020). *Moonshot Thinking*. Barcelona: arpa.
- BOIX, R.; LAZZERETTI, L.; CAPONE, F.; DE PROPRIIS, L. y SÁNCHEZ, D. (2013). "The geography of creative industries in Europe: comparing France, Great Britain, Italy and Spain". Editado por Luciana Lazzeretti, *Creative Industries and Innovation in Europe Concepts, Measures and Comparative Case Studies*. NY: Routledge, 23-44.
- CAM – Comunidad Autónoma de Madrid (2005). *Libro Blanco de la Política Industrial*. Madrid: Publicaciones de Industria, Energía y Minas, Consejería de Economía, Empleo y Competitividad.
- CASTRO MARTÍNEZ, E y FERNÁNDEZ DE LUCIO, J.I. (2007). "Iniciativas institucionales e individuales en la creación de estructuras científicas: El Instituto de Tecnología Química", *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIII, 727 septiembre-octubre, 803-819.
- CONSEJO GENERAL DE ECONOMISTAS DE ESPAÑA (2019): *ICREG 2018 - Informe de la Competitividad Regional en España 2019*. Madrid: Colegio de Economista.
- CORNELL UNIVERSITY, INSEAD y WIPO (2018): *The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. 11^º edición.. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: Cornell University, INSEAD y WIPO. GLOBAL.
- CORPAS, N.; SÁNCHEZ GARCÍA, D. y CASTILLO MENA, A. (2019). "Alcalá Past Común. Construyendo un pasado común", *Reunión de arqueología madrileña 2018*, 111-120.
- COTEC (2003): *Documento para el debate sobre el Sistema de Innovación de la Comunidad de Madrid. Libro Verde*. Madrid: COTEC/Comunidad de Madrid/Madrid Innova.
- EDGERTON, D. (2012): "Time, Money, and History", *Isis*, 103, 2, 316-327
- EUROPEAN COMMISSION (2011). *Connecting Universities to Regional Growth: A Practical Guide*. Brussels: European Commission.
- EUROPEAN COMMISSION (2012): "Innovation in the public sector: its perception in and impact on business", *Flash Eurobarometer*,

343. Brussels: European Commission. Disponible en: https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/flash/fl_343_en.pdf
- EUROPEAN COMMISSION (2014a): *The role of Universities and Research Organisations as drivers for Smart Specialisation at regional level*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- EUROPEAN COMMISSION (2014b): *Estrategias nacionales y regionales para la especialización inteligente (RIS3). Política de cohesión 2014-2020*. Brussels: European Commission. Disponible en: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/informat/2014/smart_specialisation_es.pdf
- EUROPEAN COMMISSION (2019): *The most competitive regions in Europe: capitals take it all*. Brussels: European Commission. Disponible en: <https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/The-most-competitive-regions-in-Europe-capitals-ta/yt77-f74u/>
- FUMERO, A.M. y ULLASTRES, C. (2017). *El lado oscuro de la innovación*. Córdoba: Editorial Almuzara.
- GODDARD, J. (2009). *Reinventing the Civic University*. Londres: NESTA
- KITSON, M.; HOWELLS, J.; BRAHAM, R. y WESTLAKE, S. (2009). *The Connected University Driving Recovery and Growth in the UK Economy*. Londres: NESTA.
- OCDE (2013): *Innovation-driven Growth in Regions: The Role of Smart Specialisation*. París: OCDE
- REY-ROCHA, J. y LÓPEZ-NAVARRO, I. (ed) (2018): *Informe CCE 2016. Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español*. Madrid: Digital. CSIC. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/177927>
- REY-ROCHA, J.; MUÑOZ VAN-DEN EYNDE, A. y LÓPEZ-NAVARRO, I. (2019): "Exploring the Image of Science in the Business Sector: Surveying and Modeling Scientific Culture, Perception and Attitudes Towards Science", *Social Epistemology*, 33, 2,137-159.

CUARTA PARTE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6. Conclusiones y recomendaciones

El estudio realizado ha analizado el proceso de intercambio y transferencia de conocimiento que sucede entre los grupos de investigación y los agentes del entorno externo con los que interactúan: el Estado emprendedor, las compañías innovadoras y las iniciativas de los ciudadanos en forma de asociaciones, fundaciones y otras organizaciones sociales (véase Figura 1 del capítulo 5). Para poder llegar a esta síntesis ha habido que revisar la literatura concerniente a la propiedad industrial (capítulo 1), aplicar dicho conocimiento al caso español (capítulo 2), observar el comportamiento de los investigadores (capítulo 3) y crear el índice ICEITRANS para ordenar a las universidades en función de su capacidad de intercambio y transferencia de conocimiento (capítulo 4).

En este apartado final queremos destacar tres conclusiones que a su vez encierran las recomendaciones.

A) Conocer el entorno es difícil

El análisis realizado en los capítulos 2 y 3 nos ha permitido ver las debilidades del sistema de innovación e I+D desde el lado de las universidades y los investigadores: los grupos de investigación siguen siendo pequeños y unidisciplinarios, la burocracia y la inadecuación de los organismos de transferencia siguen pesando y la desconexión entre los objetivos de los

investigadores y la percepción social de lo que aporta la ciencia permanece. Existe un claro problema institucional dentro de las universidades. Los servicios que, en principio, las unidades de las universidades prestan a los investigadores para interactuar con la sociedad no son demasiado valorados por los investigadores y un porcentaje significativo de ellos declaran no utilizarlos.

Para que el grupo investigador sea capaz de transferir conocimiento primero ha de aprender del entorno. Todo proceso de intercambio y transferencia es un pequeño paso en la adaptación del grupo a los entornos institucional y externo. Normalmente entre un grupo de investigación y el entorno externo del 75 al 65 por ciento de lo que se intercambia son conocimientos tácitos (tanteos, especificaciones, reconocimiento de lo que la otra parte sabe y no sabe hacer, etc.)⁶⁶

¿Qué peso tienen esos conocimientos tácitos que se intercambian? Esto podría denominarse en el presente estudio como el efecto San Nicolás. El instituto IRP de la UPV tardó catorce años en resolver la restauración de la Basílica de la Virgen. Resolver implicó implementar sus conocimientos en la obra, solucionar los obstáculos institucionales intercambiando información y transferir a la sociedad todo lo sabido y aprendido. En San Nicolás, una obra de más envergadura, se tardó tres años. 14

⁶⁶ Los datos porcentuales provienen de hacer el ejercicio mental de extrapolar las respuestas de los

investigadores de la encuesta del proyecto EXTRA (capítulo 3 del presente estudio), al conjunto del sistema científico.

a 3, ese el peso en tiempo del efecto San Nicolás.

El efecto San Nicolás viene a concluir que la transferencia no se puede separar del intercambio, y que el intercambio pesa y cuesta mucho. Esto se debe a que un proceso de intercambio y transferencia es, al fin y al cabo, una transacción, y los costes de transacción (información, negociación y vigilancia de lo pactado) suelen ser mucho más elevados que los costes tangibles (instalaciones, edificios, máquinas, etc.) En el caso que nos ocupa estos costes son los que hay que pagar por adquirir la licencia de uso de los conocimientos explícitos (una fórmula, un dibujo, un mecanismo, un instrumento o el contenido de una patente). Se suele poner en ellos la atención porque son tangibles, se ven, pero sólo son entre el 20 y el 30 por ciento del proceso de intercambio y transferencia.

La clave para entender los costes reside en que, en el intercambio de los conocimientos tácitos, como indican Davide y Alcalde (2016), van incluidos los aprendizajes denominados DUI (*learning by Doing, Using, and Interacting*). Ante esta relación de costes (30 o 20 por ciento asociados a los resultados tangibles frente al intercambio tácito que supone entre el 75 y el 65) muchos empresarios, Estados y ciudadanos prefieren optar por el “démelo ya hecho”, la versión drástica del “¡qué inventen ellos!”

No es nada extraño que ante esta situación más del 20 por ciento de los investigadores no quieran saber nada del esfuerzo que supone intercambiar y transferir conocimiento. A ese tanto por ciento hay

que sumar el 60 por ciento que suponen los investigadores que dudan de que el proceso llegue a fraguar en una transferencia efectiva. Intuyen que las trabas echaran abajo el proceso de transferencia.

La recomendación es clara. No tiene sentido acusar, como se hace, al mundo de la ciencia de que vive en su torre de marfil, de que carece de cultura emprendedora, de que incumple el contrato social de devolver a la sociedad lo aprendido es, cuando menos, muestra de un notable desconocimiento del fenómeno del intercambio y transferencia de conocimiento, de sus costes y de lo difícil que es contar con las instituciones y los especialistas adecuados. Estas respuestas muestran lo complicado que es conseguir intercambios y transferencias de conocimientos a lo largo del tiempo.

Cuando se pidió a los investigadores principales de los grupos de investigación analizados en el capítulo 5 que sintetizaran todos sus años de experiencia en una palabra, la mayoría dijo “esfuerzo”, alguno llegó a decir “frustración”, aun habiendo creado varias *spin-offs* con notable éxito, y muy pocos utilizaron términos netamente positivos como “talento” o “pasión”.

Desde luego las carencias en los procesos de intercambio y transferencia del conocimiento no se limitan al lado de los científicos. Pero tampoco es un problema exclusivo por el lado de la demanda, porque los agentes del entorno externo están ávidos de transferencia. Cuando estas situaciones se dan, ya en 1795 Jovellanos dio la recomendación; hay que retirar obstáculos entre un lado y otro. Esos

obstáculos son mentales, de concepción y culturales, pero tienen su reflejo en las normas cotidianas y en las políticas que nos damos los ciudadanos. Veamos dos ejemplos paradigmáticos.

Primero, las Administraciones Públicas fueron, en el pasado, usuarios preferentes de los conocimientos de diversos colectivos científicos (38% del importe de los contratos en 2007 frente al 30% de 2017). La crisis y la nueva normativa de contratos del Estado ha puesto enormes dificultades a estas colaboraciones. Se debería realizar un esfuerzo para que las Administraciones Públicas vuelvan a contar con el conocimiento científico para sustentar sus políticas y justificar sus acciones y eliminar los impedimentos que generan las normas en vigor.

Segundo, Mulet (2019) indica que no ha sido hasta la Ley de 30 de octubre de 2007, sobre Contratos del Sector Público, cuando se han podido realizar acuerdos de compras, por parte de las Administraciones Públicas, con el objetivo adquirir productos y servicios en función de su componente de innovación. Hasta 2007 la norma que regía conducía a elegir la propuesta más económica, sin ser temeraria. Desde 2007 en los casos de que la fabricación de bienes o la prestación de servicios incorporen tecnología desarrollada con el propósito de aportar soluciones más avanzadas que las existentes en el mercado, se les da prioridad frente a productos estandarizados.

Pero de legislarlo a ponerlo en práctica va un trecho. Ha habido que esperar hasta la modificación de la Ley de 2007 en

noviembre de 2017 para que el sector público incorporase la directiva europea del procedimiento de “asociación para la innovación”. La asociación para la innovación permite que un organismo del Estado pueda decidir crear una asociación con uno o varios socios (empresas y centros de investigación) para realizar las tareas de investigación y desarrollo conducentes a cubrir la demanda de productos o servicios por parte del Estado.

Es difícil explicar por qué la Administración General del Estado ha carecido de políticas directas de demanda de la innovación hasta 2017. El desfase es notable con respecto a otros países donde han sido habituales desde la crisis del petróleo de los años setenta.

Desde esta perspectiva es muy contradictorio que las Administraciones Públicas destinen fondos a programas de incentivación de la innovación y planes para la investigación cuando, al mismo tiempo, permanece con las puertas cerradas al hecho de implicarse directa y cotidianamente en la innovación.

Ahora las puertas están abiertas, pero a los responsables políticos les cuesta acostumbrarse a ser emprendedores y a fomentar la unificación y la multidisciplinariedad de los grupos a través de iniciativas como CONSOLIDER. Por su parte, a los empresarios innovadores y científicos con deseos de transferir, también les cuesta acomodarse a trabajar conjuntamente por la innovación fuera de sus muros.

B) Los grupos e investigación empujan a la transformación del modelo de universidad

En el estudio se ha hecho un proceso riguroso de selección de los casos. Para ello se ha tenido en cuenta el valor de la cultura de la propiedad intelectual e industrial, las capacidades de transferencia y la generación de empresas (Capítulos 1 y 2). Se han clasificado nuestras universidades para presentar aquellas más versátiles y preparadas para los procesos de ITC (Capítulo 4). La conclusión una y otra vez ha sido que aquellas que tienen estructuras más grandes y diversas para transferir, pero sobre todo más cercanas e involucradas en el apoyo directo a los propios grupos de investigación, son las que consiguen interconectar más y mejor con los agentes del entorno externo. Son sus grupos de investigación los que más transferencia hacen. Pero la calidad de la transferencia es un factor implícito a la acumulación de conocimientos formales y tácitos del grupo.

Ninguno de los grupos estudiados hace mala transferencia. La transferencia es un proceso de adaptación. Algunas de las transferencias que se han expuesto son auténticas joyas, endemismos que hay que cuidar, no criticar o pedirle que pasen a ser lo que nunca deben ser ni serán. En este sentido, la coherencia de estos grupos de investigación los empuja a reclamar que sus instituciones cambien, para que se transformen en universidades conectadas, ciudadanas y *locales*.

La recomendación es que hay que dejar a los grupos de investigación que conformen

nuestras “nuevas” universidades. Para ello se debe acometer la triple transformación que se ha indicado al final del quinto capítulo:

1. Nuevas formas de gobernanza basadas en el gobierno compartido entre empresarios, sociedad, científicos y sector público.
2. Cambio del régimen laboral. En especial integrar la figura del investigador técnico o tecnólogo en la estructura laboral.
3. Transformación de la estructura universitaria para dirigirla hacia la “tercera misión”, con estructuras bien dotadas de expertos en transferencia dentro de los propios grupos de investigación.

Estas transformaciones traerán cambios. De hecho, ya están ahí; son evidentes y palpables en las nuevas estructuras institucionales: ICREA, CERCA, IMADE, IKERBASQUE, BERC, UFI y tantos otros que están surgiendo en todas las comunidades y que romperán antes o después las antiguas estructuras universitarias. Ya se están produciendo procesos de concentración de conocimiento y avance en tecnologías que, a su vez, llevan a los grupos a unirse. Esos acrónimos son en realidad nuestras nuevas universidades de investigación, nuestras universidades conectadas.

Es un proceso imparabile, porque es un proceso de éxito. La producción científica de estos centros e iniciativas es, en términos relativos, idéntica a la de las universidades más avanzadas del mundo. Estos centros son los que están haciendo los procesos de

intercambio y transferencia del conocimiento del siglo XXI. Sin duda, también van a ser los protagonistas de que nuestra economía sea por fin, en el próximo decenio, una economía innovadora y de base científica y tecnológica.

C) La COVID-19 como oportunidad

Puede parecer demasiado optimista, a la luz de los problemas que ha destapado la COVID-19, decir que vamos hacia una economía basada en la ciencia. Sin embargo, la frase de Fernando Simón, el director del Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES), podría ser premonitoria: "Tal vez en el futuro seamos un país que viva de la ciencia, pero ahora somos un país que vive del turismo."

¿De qué plazo de tiempo estaríamos hablando para que esa transformación tenga lugar? A juzgar por el informe conjunto del Foro de Empresas Innovadora (FEI) y la Comunidad IND+I⁶⁷, la respuesta a la crisis económica derivada de la pandemia es la oportunidad para que tenga lugar esa transformación (FEI/IND+I, 2020).

Bibliografía

DAVIDE, M. y ALCALDE, H. (2016). "STI and DUI innovation modes: Scientific-technological and context-specific nuances", *Research Policy*, 45 (4), 747-756.

El informe de FEI/IND+I es coincidente con muchos de los planteamientos aquí expuestos, en especial en los capítulos cinco y seis titulados "Apuesta por una capacidad innovadora propia" y "La Organización de la Innovación en un país avanzado". En síntesis, lo que estas dos organizaciones sostienen es que la crisis sanitaria ha aumentado la incertidumbre, pero que también es el tiempo de las oportunidades. Ahora bien, nuestra economía tiene carencias en temas claves como la competitividad y sostenibilidad. Y es aquí donde FEI e IND+I plantean sus recomendaciones, que hacemos nuestras, para superar esas lacras definitivamente "... solo se puede lograr con agilidad y mente táctica a la vez, marcando bien los objetivos y siendo, sobre todo, imprescindible un buen apalancamiento en la ciencia, la tecnología y el emprendimiento. (...) se hace imprescindible realizar un dibujo del modelo de país, probablemente basado en las fortalezas precrisis, en los pilares que han demostrado su valor durante la misma y en las oportunidades emergentes detectadas." (FEI/IND+I, 2020, 24).

FEI / IND+I (2020): *Los pilares de un futuro más próspero y sostenible. El desarrollo de España en el tiempo de después*. Madrid – Barcelona: FEI /IND+I. Disponible en: <http://foroempresasinnovadoras.com/w-p-content/uploads/2020/06/20200531-DOCUMENTO-FEI-INDI.pdf>

⁶⁷ FEI e IN+i son dos organizaciones sociales, la primera radicada en Madrid y la segunda en Barcelona, que

aglutinan a un buen número de empresas y organismos dedicados a la reflexión sobre la innovación.

MULET, J. (2019): *Los fundamentos de la innovación empresarial*. Madrid: Cívitas/Thomson.