

MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN ESTUDIOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Universidad de Oviedo



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Trabajo de Fin de Máster:

**Transferencia del conocimiento generado en el CSIC:
su promoción y contribución a la innovación**

Autora: **Beatriz Prieto Goberna**

Tutora: **Mónica Arroyo Vázquez**
(Departamento de Proyectos de Ingeniería – UPV)

Septiembre 2020

Agradecimientos

A mi familia, por darme el tiempo necesario para poder realizar este trabajo.

A la Dra. Mónica Arroyo Vázquez, tutora de este trabajo, por la confianza que depositó en mí, por su disposición, apoyo y orientación, que han conducido a su buen término.

Índice de contenidos

Presentación	3
Resumen	4
Palabras clave	4
1. Introducción	5
1.1 Justificación	5
1.2 Objeto	6
2. Antecedentes	6
3. Metodología	10
4. Análisis de la articulación de las relaciones ciencia/tecnología – empresa en el CSIC	11
4.1 Relevancia de la transferencia de conocimiento en el CSIC	11
4.2 El proceso de transferencia de conocimiento: factores, agentes y mecanismos	12
4.3 Beneficios que aporta y obstáculos que encuentra la transferencia de conocimiento	14
5. Análisis	15
5.1 Aspectos determinantes de la transferencia de conocimiento en el CSIC	15
5.2 Modelo de indicadores	21
6. Conclusiones	25
7. Referencias bibliográficas	26
ANEXO	31

Índice de tablas

Tabla 1	Clasificaciones y modelos del sistema de innovación	8
Tabla 2	Beneficios de la transferencia de conocimiento	14
Tabla 3	Indicadores de transferencia de conocimiento	24

Índice de figuras

Figura 1	Retroalimentación en el proceso de transferencia de conocimiento	18
Figura 2	Número e importe global de contratos y convenios vigentes en el CSIC en la última década	20
Figura 3	Número de patentes solicitadas y de de activos licenciados por el CSIC en la última década	21
Figura 4	Motivaciones de las empresas para establecer una relación con el CSIC	27
Figura 5	Mecanismos empleados en la transferencia de conocimiento originado en el CSIC	28
Figura 6	Barreras que encuentran las empresas	28
Figura 7	Resultados (impacto) logrados gracias a la transferencia de conocimiento	29
Figura 8	Resultados (impacto) logrados relacionados con los intangibles	29
Figura 9	Mecanismos preferidos por las empresas: comparativa CSIC respecto a universidades y otros OPIs	30

Presentación

Este Trabajo de Fin de Master consiste en un trabajo de investigación sobre la “Transferencia del conocimiento generado en el CSIC: su promoción y contribución a la innovación”. Tiene forma de artículo científico, tal como se ha exigido en el “Master Interuniversitario de estudios de la ciencia, la tecnología y la innovación”, y está relacionado con la especialidad que he cursado, la impartida por la Universidad de Valencia: “Estudios sobre Innovación”.

El trabajo sigue las normas indicadas por la revista ArtefaCToS, una de las dos propuestas en el máster para realizar el trabajo. He escogido esta revista por ser editada por la Universidad de Salamanca, y siendo el CSIC un organismo público de investigación español, he considerado que este trabajo puede tener un mayor interés para una revista publicada en España que para una publicada en otro país (como es el caso de la otra revista propuesta: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad).

La revista ArtefaCToS es una publicación electrónica del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca (ECYT-USAL). Tiene una periodicidad semestral y está destinada a publicar artículos científicos y contribuciones de autores internacionales, de carácter multidisciplinar y vinculados con los Estudios de la Ciencia y la Tecnología. La revista entiende por este tipo de estudios tanto aquellos de corte más tradicional como los estudios de caso sobre controversias actuales en ciencia y tecnología y que pueden incluir enfoques tan variados como la economía, la sociología, la comunicación, la filosofía o la historia. Artefactos publica artículos originales en distintos idiomas: español, portugués e inglés.

Transferencia del conocimiento generado en el CSIC: su promoción y contribución a la innovación

Resumen

La transferencia del conocimiento científico y tecnológico, generado en universidades y organismos de investigación, contribuye a incrementar la competitividad empresarial, dinamizando y potenciando su actividad y su estrategia innovadora. La cooperación entre el sistema científico/tecnológico y el empresarial requiere de actores de ámbitos bien diversos (investigadores, productivos, económicos, políticos y sociales), y puede adoptar distintas vías para su ejecución. En España las cotas de transferencia del conocimiento son menores de lo deseable, y no se corresponden con la producción científica, por lo que estudiar sus mecanismos, sus marcos normativos, sus limitaciones y como ha sido su evolución será complejo pero necesario. La diferencia entre los indicadores de ciencia y tecnología españoles con los de otros países europeos, hace que las conclusiones alcanzadas por diversos estudios difícilmente puedan aplicarse en nuestro país, lo que justifica la necesidad de establecer indicadores específicos de transferencia de conocimiento. En este sentido, la relevancia del CSIC en la implementación de la política científica y tecnológica, y en la innovación, merece un análisis exclusivo. El estudio de los indicadores puede servir de base para optimizar el modelo de gestión de transferencia de conocimiento, dirigiendo los esfuerzos a su promoción y a nuevos objetivos y estrategias.

Palabras clave: Innovación abierta; Relaciones empresa-ciencia; Indicadores de transferencia del conocimiento; Capital intelectual; Spin-off

*Knowledge transfer generated at CSIC:
its promotion and contribution to innovation*

Abstract

The transfer of scientific and technological knowledge, generated in universities and research organizations, contributes to increasing business competitiveness, energizing and enhancing its activity and its innovative strategy. Cooperation between the scientific/technological and business systems requires actors from very diverse fields (researchers, production, economics, politics and society), and can adopt different routes for its execution. In Spain the levels of knowledge transfer are lower than desirable, and do not correspond to scientific production, so studying its mechanisms, its regulatory frameworks, its limitations and how it has evolved will be complex but necessary. The difference between the Spanish science and technology indicators with those of other European countries means that the conclusions reached by various studies can hardly be applied in our country, which justifies the need to establish specific knowledge transfer indicators. In this sense, the relevance of the CSIC in the implementation of scientific and technological policy, and in innovation, deserves an exclusive analysis. The study of the indicators can serve as a basis to optimize the knowledge transfer management model, directing efforts towards its promotion and new objectives and strategies.

Keywords: Open innovation; Science-industry interaction; Intellectual capital; Knowledge transfer indicators; Spin-off

1. Introducción

1.1 *Justificación*

Los retos a los que se enfrenta la sociedad requieren, cada vez más, del conocimiento científico y tecnológico. El binomio “valor-conocimiento” ha cobrado cada vez más fuerza desde la segunda mitad del siglo XX, integrando elementos como la innovación y el emprendimiento. Esto ha derivado en un creciente y compartido interés por el empleo de estrategias de cooperación para impulsar la innovación y, como consecuencia, la competitividad empresarial y el desarrollo social. La literatura especializada confirma que las relaciones entre empresa y centros de investigación aporta beneficios para ambos (Barnes, Pashby y Gibbons, 2002; Casado, 2000; Dan, 2013), centrándose mayoritariamente las investigaciones realizadas en España en las relaciones universidad-empresa (Azagra, 2003; Fernández de Lucio, Castro, Conesa y Gutierrez, 2000; Merchán, 2012).

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ocupa un lugar destacado en el mapa de la ciencia y la tecnología en España y en el mundo (8ª institución pública mundial de investigación, según Scimago Institutions Rankings), siendo uno de los grandes organismos generadores de conocimiento. Su empeño en traducir los resultados de las investigaciones y desarrollos tecnológicos en innovaciones que mejoren nuestro tejido empresarial, le confiere especial relevancia en la creación de vínculos entre ciencia/tecnología e industria, por lo que merece un estudio específico. Por ello, este trabajo pretende analizar en exclusividad las relaciones de este organismo con el tejido empresarial, entendiendo la cooperación desde una perspectiva amplia, de manera que se estudien e integren todas las dimensiones clave de la misma, incluyendo el papel que juegan aspectos intangibles de su capital intelectual en dicha cooperación. La especificidad de los Organismos Públicos de Investigación (OPIs), como el CSIC, radica, principalmente, en la ausencia de la misión docente, estando orientados, fundamentalmente, a la generación de conocimiento científico y tecnológico y a su transferencia. Esta orientación de su misión determina en buena medida el perfil de su personal y la organización interna del organismo.

Los estudios sobre la relación ciencia/tecnología y empresa analizan distintos aspectos de la misma, como estructuras organizativas, funciones de los actores implicados, orientación o finalidad, políticas públicas, o normativas y leyes que regulan estas relaciones (Manjarrés-Henríquez, Gutierrez-Gracia y Vega-Jurado, 2008; Polanyi, 2015; Sebastián, Vielba y Esquinas, 2008). Sin embargo, existen intangibles relacionados con el capital intelectual que también merecen un estudio y análisis (González-Loureiro y Figueroa, 2012; Pedraza, 2016; Subramaniam y Youndt, 2005), ya que influirán de forma decisiva en la eficacia de los recursos empleados en I+D+i, y en cómo este capital intelectual es aprovechado tanto en el sector público como en el privado. En este sentido, el grado de satisfacción de las empresas cuando culmina un proceso de transferencia de conocimiento será, sin duda, un indicador del impacto logrado y de las innovaciones conseguidas cuando las empresas combinan sus capacidades internas con la tecnología adquirida y el conocimiento transferido desde una fuente externa, en el caso que nos ocupa, el CSIC.

La creciente demanda de soluciones a los problemas de nuestra sociedad, que requieren de investigación científica y desarrollo tecnológico, conlleva un continuo cambio en los mecanismos de transferencia de conocimiento. Así pues, estudiar estos mecanismos será imprescindible para entender como están evolucionando las relaciones entre el CSIC y el tejido empresarial. Por otra parte, la propuesta de indicadores que ayuden a cuantificar la capacidad real de transferencia del conocimiento proporcionará la base para dar un impulso a

las actividades que contribuyan a su promoción y crecimiento, tanto a nivel institucional como individual.

1.2 Objeto

Si entendemos la transferencia de conocimiento como el trasvase de “know-how” de una organización a otra, la variedad de canales o mecanismos que posibilitan dicha transferencia entre centros públicos de investigación y empresas es bien diverso. En este sentido, el primer objetivo de este trabajo es dibujar un completo mapa de la totalidad de las actividades que permitan la interacción CSIC-empresa, determinar las motivaciones y factores de los que depende la elección de cada tipo de actividad (teniendo en cuenta aspectos intangibles), y los resultados que obtienen las empresas. Así pues, los primeros objetivos de este trabajo se centrarán en:

- Identificar, desde una perspectiva amplia, todos los factores y agentes que intervienen en la transferencia de conocimiento desde el CSIC hacia el tejido empresarial.
- Recopilar información sobre los mecanismos de transferencia, tanto aquellos que ya han sido estudiados por otros autores en profundidad como aquellos poco analizados.
- Analizar las motivaciones y características de las relaciones de colaboración en I+D+i de las empresas con el CSIC.
- Analizar las barreras y limitaciones que encuentran las empresas durante el proceso de transferencia.
- Estudiar la influencia que tienen ciertos aspectos intangibles de la relación entre CSIC y empresas en el grado de satisfacción de estas últimas.
- Estudiar el impacto en el tejido empresarial de las innovaciones logradas gracias a la transferencia de conocimiento.

La creciente necesidad de las empresas en abrir sus procesos de intercambio de conocimiento con el exterior para acelerar la introducción de innovaciones en sus productos, servicios y procesos, ha conducido al concepto de Innovación Abierta (Chesbrough, 2003; Gassman, 2006), basado en la idea de que las empresas necesitan abrirse al intercambio de conocimiento con el exterior, y combinar estos con los generados internamente para acelerar sus procesos de innovación. En este trabajo se estudiarán también las distintas fuentes de información y conocimiento para las actividades de innovación empresarial, y el grado de importancia del CSIC en la Innovación Abierta.

Por último, con el fin de promover e incentivar las acciones que puedan conducir a una mayor transferencia del conocimiento eficaz y eficiente, se propondrán una serie de indicadores, que permitan cuantificar las capacidades reales de transferencia de conocimiento en el CSIC.

2. Antecedentes

A lo largo de las últimas décadas se han postulado distintos modelos de los sistemas de innovación. Todos ellos están fuertemente influenciados por el entorno en el que surgieron,

lo que, unido a la constante evolución de los procesos de innovación, hace que, en general, no puedan extrapolarse a otros entornos o épocas más recientes.

El primer cambio en el concepto sobre el proceso de innovación nace en la segunda mitad del pasado siglo, cuando las universidades y los centros públicos de investigación empiezan a considerarse parte del sistema de innovación, orientando su labor hacia una investigación aplicada y a la cooperación con el tejido productivo. A partir de ese momento empiezan a crearse mecanismos para la transferencia de conocimiento hacia el sector empresarial y para proteger dicho conocimiento.

Rothwell (1994) propuso un modelo lineal basado en la idea de que el proceso por el que los resultados de la investigación científica se transforman en desarrollos tecnológicos, y estos en innovaciones que pueden ser aplicadas en la empresa, es secuencial, tanto temporalmente como institucionalmente.

Además, Rothwell defendía que la capacidad de desarrollo tecnológico depende, principalmente, del conocimiento generado en las instituciones científicas. Rothwell clasificó los modelos surgidos atendiendo a su marco histórico y evolución en el tiempo. Velasco, Zamanillo y Gurutze (2007), recogieron otras clasificaciones y modelos ofrecidos por distintos autores (tabla 1).

Los modelos de primera y segunda generación, según la clasificación de Rothwell, se caracterizan por ser modelos lineales, en los que, a lo largo de una serie de pasos, la investigación básica (modelo de empuje de la tecnología) o la necesidad del mercado (modelo de tirón de la demanda) dan lugar a innovaciones en el sector productivo.

Posteriormente, los modelos por etapas (Forrest, 1991; Saren, 1984), aunque siguen considerando que el proceso de innovación tiene carácter lineal, ponen de relieve los agentes involucrados en cada etapa y las actividades que se desarrollan en cada una de ellas. Los distintos autores que han defendido estos modelos (ver tabla 1) introducen un número de etapas diferente, asociadas a la complejidad del proceso que describen. Sin embargo, todos consideran cada etapa como algo aislado, obviando las posibles superposiciones y los procesos de retroalimentación que pueden producirse.

Los modelos lineales han sido defendidos por diversos autores en distintos momentos de la historia (Atkinson y Blanpied, 2008; Rosenberg y Nelson, 1994; Ziman, 1976). Por el contrario, autores como Etzkowitz y Leydesdorff (1997, 2000), Freeman (1975), Kline y Rosenber (1986), Lundvall (1992), Nelson (1993), o Sábato y Botana (1968), defendieron la no-linealidad del proceso de innovación y la complejidad del mismo, contemplando procesos de retroalimentación y solapamientos en las relaciones ciencia/tecnología y empresa. Surgen así los modelos interactivos o mixtos y los integrados.

Cabe citar, entre estas concepciones, el modelo del “Triángulo de Sábato” de Sábato y Botana, y la “Triple Hélice” de Etzkowitz y Leydesdorff. El primero propone un triángulo de interrelaciones entre tres agentes: el Estado (que diseña las políticas científicas), los generadores de ciencia y tecnología (de donde nace la oferta) y el sector productivo (de donde nace la demanda), y afirma que estas relaciones deben ser permanentes. La “Triple hélice” también se refiere a estos tres agentes (gobierno, universidad y empresa) y a las interacciones entre ellos como claves para el desarrollo económico y social.

Autor	Clasificación de modelos del proceso de innovación
Saren, M.A. (1983)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de Etapas Departamentales (<i>Departmental-Stage Models</i>) • Modelos de Etapas de Actividades (<i>Activity-Stage Models</i>) • Modelos de Etapas de Decisión (<i>Decision-Stage Models</i>) • Modelos de Proceso de Conversión (<i>Conversion Process Models</i>) • Modelos de Respuesta (<i>Response Models</i>)
Forrest, J. (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de Etapas (<i>Stage Models</i>) • Modelos de Conversión y Modelos de Empuje de la Tecnología / Tirón de la Demanda (<i>Conversion Models and Technology-Push/Market-Pull Models</i>) • Modelos Integradores (<i>Integrative Models</i>) • Modelos Decisión (<i>Decision Models</i>)
Rothwell, R. (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de innovación de primera generación: Empuje de la Tecnología (<i>Technology-Push</i>) • Proceso de innovación de segunda generación: Tirón de la Demanda (<i>Market-Pull</i>) • Proceso de innovación de tercera generación: Modelo Interactivo (<i>Coupling Model</i>) • Proceso de innovación de cuarta generación: Proceso de Innovación Integrado (<i>Integrated Innovation Process</i>) • Proceso de innovación de quinta generación (<i>System Integration and Networking</i>)
Padmore, T., Schuetze, H., y Gibson, H. (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo lineal (<i>Linear model</i>) • Modelo de enlaces en cadena (<i>Chain link model</i>) • Modelo en ciclo (<i>Cycle model</i>)
Hidalgo, A., León, G., Pavón, J. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Lineal: Empuje de la Tecnología / Tirón de la Demanda • Modelo Mixto (Marquis, Kline, Rothwell y Zegveld) • Modelo Integrado
Trott, P. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Serendipia (<i>serendipity</i>) • Modelos lineales (<i>Linear models</i>) • Modelos simultáneos de acoplamiento (<i>Simultaneous coupling model</i>) • Modelos interactivos (<i>Interactive model</i>)
Escorsa, P. y Valls, J. (2003)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Lineal • Modelo de Marquis • Modelo de la London Business School • Modelo de Kline
European Commission (2004) ²	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación derivada de la ciencia (<i>Technology Push</i>) • Innovación derivada de las necesidades del mercado (<i>Market Pull</i>) • Innovación derivada de los vínculos entre los actores en los mercados <ul style="list-style-type: none"> • Innovación derivada de redes tecnológicas • Innovación derivada de redes sociales

Tabla 1. Clasificaciones y modelos del proceso de innovación (Fuente: Velasco et al., 2007)

En el año 1995, dos profesores del CSIC (Fernández de Lucio y Castro), propusieron que el modelo español de innovación se caracteriza por la existencia de cuatro grandes grupos de agentes que están relacionados con el entorno financiero, productivo, científico y tecnológico, y de actividades avanzadas. Su idea cobrará sentido al analizar las relaciones que existen entre esos agentes y su entorno, y cuyo fin es la transferencia de conocimiento.

El concepto de “sistema de innovación” no hubiera tenido un desarrollo tan notable de no haber sido por la colaboración de los investigadores con organizaciones supranacionales, como la OCDE o la Comunidad Europea.

En el ámbito de la investigación son numerosos los trabajos publicados sobre transferencia de conocimiento y su impacto en la innovación empresarial. Dichos trabajos cubren aspectos bien distintos, entre los que cabe citar:

- La comparación de la transferencia de conocimiento entre España y otros países (Beraza y Castellanos, 2009).
- El análisis de las colaboraciones público-privadas (Drejer y Jørgensen, 2005), su heterogeneidad (Gulbrandsen, Mowery, Feldman, 2011), y su relación con el sistema de innovación (González-Loureiro, y Figueroa, 2012).
- La influencia de la cultura y la estructura de las organizaciones en la transferencia de conocimiento (Máñez Guaderrama, Cavazos-Arroyo y Nuño de la Parra, 2012) y en la innovación (Perkmann y Walsh, 2007), y como las sinergias entre las capacidades internas de las empresas y las fuentes externas de conocimiento son claves para el rendimiento innovador (Caloghirou, Kastelli y Tsakanikas, 2004) y la aplicación práctica de los resultados de la investigación (Colyvas, Crow, Gelijns, Mazzoleni, Nelson, Rosenberg y Sampat, 2002).
- La influencia de la investigación pública en el desarrollo industrial (Cohen, Nelson y Walsh, 2002), e impacto de los organismos de investigación en la competitividad empresarial (Barge y Modrego, 2011).
- El impacto de ayudas y subvenciones sobre las interacciones entre investigadores e industria (Bozeman y Gaughan, 2007).
- El rol del capital intelectual y la creación de conocimiento en la innovación empresarial (Alvarado, Martínez, Pérez y García, 2014; Olazarán, Albizu y Otero, 2011).
- Los obstáculos que encuentran las empresas para innovar (Segarra y Teruel, 2010)
- Los indicadores de innovación y la constante evolución de este concepto (Albornoz, 2009).
- Las características de las pequeñas empresas fruto del emprendimiento científico (Elfenbein, Hamilton y Zenger, 2010), factores que determinan su creación y éxito y cuáles son las consecuencias de su existencia (Merino y Villar, 2007; O'Shea, Chugh y Allen, 2008).

Ladd y Ward (2002) llevaron a cabo una revisión bibliográfica en la que identificaron cinco factores que influyen en la transferencia del conocimiento, y que guardan una estrecha relación con los intangibles de este proceso:

- 1) Los canales de relación: frecuencia y profundidad de la relación bidireccional entre interlocutores (Rulke, Zaheer y Anderson, 2000).
- 2) El nivel de similitud: grado de semejanza sobre intereses, formación, etc. entre individuos interlocutores (Almeida y Kogut, 1999; Darr y Kurtzberg, 2000).
- 3) La depreciación: pérdida que sufre el conocimiento después de su transferencia (Argote, Beckman y Epple, 1990; Darr, Argote y Epple, 1995).
- 4) El autoconocimiento organizacional de los individuos (Rulke, Zaheer y Anderson, 2000).
- 5) La divergencia de intereses: falta de coincidencia de intereses individuales y organizacionales (Alchian y Demsetz, 1972; Jensen y Meckling, 1976; Donaldson, 1990).

La importancia que la transferencia de conocimiento tiene en el ámbito político ha quedado plasmada en distintos planes y programas que incentivan la colaboración entre los centros generadores de conocimiento y las empresas, contribuyendo a hacer posibles los distintos mecanismos de transferencia de conocimiento.

La Unión Europea (UE) ha resaltado la importancia de la investigación, el desarrollo y la innovación desde hace décadas, recogiendo un plan de desarrollo para la UE en la “Estrategia de Lisboa” (plan aprobado por el Consejo Europeo en marzo del año 2000). Una de las estrategias de este plan era preparar la transición hacia una sociedad y una economía fundadas en el conocimiento por medio de políticas que potencien la investigación y el desarrollo, así como acelerar las reformas estructurales que potencien la innovación y, por ende, la competitividad de la UE en el mundo.

En el caso de España, a lo largo de los últimos años se han elaborado planes y políticas públicas para incentivar las relaciones ciencia/tecnología y empresa. Cabe citar como ejemplo, las ayudas que concede el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) a través de sus distintos programas, tanto para la creación y consolidación de empresas de base tecnológica (habitualmente nacidas de universidades y OPIs), como para la ejecución de proyectos de I+D+i con participación de universidades y OPIs. Cabe mencionar también, planes estatales que posibilitan la contratación de personal con formación en I+D+i por parte de las empresas (Programa Torres Quevedo) o la realización de Doctorados Industriales (Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad en I+D+i). Igualmente, la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) concede ayudas para el mantenimiento de patentes, lo que sin duda incentiva a las empresas a adquirir y mantener sus licencias de explotación.

Como se verá más adelante, la transferencia de conocimiento es un objetivo prioritario para el CSIC, y así se refleja en su Plan Estratégico y su misión.

3. Metodología

Para abordar este trabajo, en primer lugar, y con el fin de analizar el estado del arte de los distintos aspectos tratados se ha realizado una búsqueda bibliográfica, y se han revisado

documentos corporativos editados por el CSIC, cuyo contenido informativo está relacionado con el objeto de este trabajo. Entre estos documentos se encuentran las memorias anuales, sus Planes de Actuación (periodos 2006-2009, 2010-2013 y 2014-2017) y su Plan Estratégico 2018-2021.

En segundo lugar, se ha acudido a fuentes primarias, consultado las bases de datos de CSIC, así como encuestas a empresas realizadas por este organismo, y se ha realizado una búsqueda de trabajos ya existentes, relacionados con la transferencia del conocimiento generada en el CSIC en cualquiera de sus vertientes. Las bases de datos del CSIC no recogen los resultados de los contratos o acuerdos de colaboración firmados y ejecutados con empresas. Ante este problema, las encuestas son una herramienta fundamental para disponer de información sobre los resultados que obtienen las organizaciones empresariales derivados de su vinculación con el CSIC.

Partiendo de estos datos y trabajos, y mediante la metodología analítico-sintética, se ha llevado a cabo un análisis individual de cada uno de los factores que guardan relación con el fenómeno que se estudia, para, posteriormente, elaborar una síntesis de los resultados de dicho análisis que permite entender el fenómeno de forma unitaria y global. Según la definición de Soldevilla (1995), la metodología analítico-sintética se basa en captar los elementos básicos que constituyen el proceso estudiado (juicio analítico) y ver la forma en que estos elementos se unen para constituir una individualidad (juicio sintético). Si bien, en algunas ocasiones, esta metodología es considerada como la suma de dos métodos diferenciados, su complementariedad hace que puedan considerarse un único método de investigación (Rodríguez-Castellanos, 2006).

Por último, la aplicación de una metodología hipotético-deductiva (Robson, 1993) nos permitirá formular una serie de hipótesis, basadas en las observaciones obtenidas del anterior análisis, con el objeto de identificar aquellos indicadores determinantes en la transferencia del conocimiento generada en el CSIC, y llegar a deducir un conjunto integral de indicadores que hagan posible cuantificar el potencial real de la transferencia de dicho conocimiento y su impacto directo o indirecto en la innovación.

4. Análisis de la articulación de las relaciones ciencia/tecnología – empresa en el CSIC

4.1. Relevancia de la transferencia de conocimiento en el CSIC

En su último Plan Estratégico, el CSIC fija cinco objetivos, todos ellos relacionados con la transferencia del conocimiento y los mecanismos por los que este se lleva a cabo (que se citarán más adelante):

- 1.- Fortalecer el CSIC como institución, renovando su estructura para abordar los nuevos retos en ciencia e innovación.
- 2.- Potenciar la investigación científica de excelencia, interdisciplinar y de alto impacto socio-económico.
- 3.- Reforzar y dinamizar la generación y transferencia conjunta del conocimiento.
- 4.- Impulsar la colaboración científica con otras instituciones, públicas y privadas, nacionales e internacionales, especialmente en el ámbito europeo.

5.- Formar nuevas generaciones de científicos y tecnólogos y fomentar la cultura científica de la sociedad.

El CSIC también fija estos dos puntos en su misión:

- La generación de conocimiento a través de la investigación científica y técnica
- La transferencia de los resultados de la investigación con especial atención al impulso y creación de empresas de base tecnológica

Igualmente, la Fundación General CSIC (FGCSIC) promueve acciones para la transferencia de conocimiento a través de diversos programas:

- Programa 0.0, que apoya y facilita la transferencia de conocimiento generado en el CSIC, mediante la identificación sistematizada de las necesidades y demandas de los agentes del mercado y su traducción en términos de investigación científica.
- COMTE-EBT, dirigido a impulsar la creación de empresas de base tecnológica.
- DINAMIZA, proyecto para activar el emprendimiento científico.
- ComFuturo, programa para el compromiso público-privado enfocado a captar y mantener en el sistema español de ciencia y tecnología el mejor talento joven investigador y posibilitar que desarrolle proyectos de alcance en respuesta a problemas de interés industrial y social.
- Cuenta la Ciencia, convocatoria de ayudas para impulsar la realización de actividades divulgativas y de acercamiento de la ciencia a la sociedad.

4.2. *El proceso de transferencia de conocimiento: factores, agentes y mecanismos*

Bozeman (1995 y 2000) propuso un modelo con el fin de sintetizar y organizar la extensa bibliografía existente sobre transferencia de tecnología. En dicho modelo identifica cinco dimensiones (factores y agentes) que determinan la efectividad de la transferencia, siendo las características de estos factores y agentes la clave de dicha efectividad:

- 1) Los agentes generadores de conocimiento, sus planes de actuación o estrategias institucionales, que influirán de manera determinante en la voluntad de los investigadores a transferir los resultados de su investigación.
- 2) Los medios a través de los cuales se transfiere el conocimiento: contratos o convenios, licencias de explotación de patentes u otros títulos de propiedad industrial e intelectual, proyectos de investigación en colaboración, creación de spin-offs, intercambio de personal, etc. Coinciden con lo que se ha denominado, en este trabajo, mecanismos o vías de transferencia de conocimiento
- 3) El objeto a transferir, entendido como cualquier activo de conocimiento.

- 4) El entorno en el que tiene lugar la demanda y posterior transferencia del conocimiento. La necesidad existente se ve influenciada por las posibilidades de financiación, el potencial de rentabilizar la inversión, la existencia de otras tecnologías o conocimientos que puedan entrar en competencia, el contexto legal, etc. Factores que determinan muchas de las barreras o limitaciones que encuentra la transferencia.
- 5) Los receptores o destinatarios del conocimiento (empresas, otros OPIs, universidades, ONGs, etc.), sus recursos, capacidades, experiencia, estrategias e incluso su localización.

El CSIC no solo tiene como objetivo prioritario la transferencia de conocimiento (como se ha visto en el apartado anterior), sino que cuenta con los agentes, medios y objetos a transferir necesarios según el modelo de Bozeman.

Los distintos mecanismos de transferencia de conocimiento han sido abordados por diversos autores, lo que hace posible diferenciarlos según tres criterios:

- 1) El nivel de formalización de las relaciones (Ponomariov y Boardman, 2012): criterio que estudia en qué medida están institucionalizadas las relaciones (existiendo procedimientos formales ya establecidos como acuerdos o contratos), y la permanencia en el tiempo de dichos procedimientos.
- 2) El nivel de intensidad de las relaciones (Perkmann y Walsh, 2007): criterio que estudia el nivel de interacción de los distintos mecanismos y el nivel de implicación de los agentes en sus relaciones. Este criterio está relacionado con los intangibles, que se analizarán más adelante.
- 3) El nivel de complejidad del conocimiento transferido (Schartinger y otros, 2002): criterio que estudia el nivel de incertidumbre en cuanto a los logros finales. Este nivel de incertidumbre es muy alto para los mecanismos enfocados a la generación de nuevos conocimientos, ya que la probabilidad de que no se alcancen resultados válidos y aplicables es elevada. Por el contrario, otros mecanismos enfocados a transferir el conocimiento acumulado con el fin de resolver problemas concretos llevan asociado un bajo nivel de incertidumbre (como las consultorías o las prestaciones de servicio).

Basándonos en todo lo anterior, y atendiendo a las muy diversas actividades que el CSIC lleva a cabo, se observa que la transferencia de conocimiento generado en el CSIC al tejido productivo se produce a través de seis mecanismos:

- 1) Formación de personal que posteriormente puede pasar a formar parte del tejido empresarial. Una de las principales labores del CSIC es la formación de estudiantes que realizan prácticas curriculares o extracurriculares, trabajos de fin de grado o de máster, tesis doctorales (incluyendo la tutoría de doctorados industriales), así como la contratación de personal con cargo a contratos o proyectos de I+D y la convocatoria de becas para la formación investigadora.
- 2) Contratos, convenios, acuerdos de colaboración con empresas y tareas de consultoría. La ejecución de proyectos de I+D, cuyo objeto es llevar a cabo actividades de investigación y desarrollos tecnológicos demandados por las empresas, es otra labor principal del CSIC que materializa las relaciones entre ciencia/tecnología y el tejido productivo.

- 3) Cesión de licencias de explotación de patentes y de modelos de utilidad. El conocimiento generado en el seno de la institución no sólo queda plasmado en los artículos científicos publicados o en las contribuciones a seminarios y congresos, sino que da lugar a patentes, modelos de utilidad, etc., cuya licencia de explotación a empresas es una vía de interacción entre estas y el organismo.
- 4) Creación de spin-off o empresas de base tecnológica (EBTs). El emprendimiento nacido en centros de I+D es cada vez más valorado, ya que se traduce en fuente de empleo de calidad, y proporciona una vía sin igual para trasladar al tejido productivo los frutos de las investigaciones científicas y los desarrollos tecnológicos logrados en universidades y organismos de I+D.
- 5) Divulgación científica y tecnológica. Desde hace más de una década el CSIC desarrolla una importante actividad de cultura científica, cuya repercusión en la sociedad supone, sin duda, una transferencia del conocimiento hacia la misma.
- 6) Prestación de servicios a través de consultoría y apoyo técnico o tecnológico, y de la utilización de infraestructuras de I+D.

4.3 Beneficios que aporta y obstáculos que encuentra la transferencia de conocimiento

CSIC	EMPRESA
Conocimiento de las innovaciones y tecnologías que demanda el mercado y la sociedad, lo que abre nuevas áreas potenciales de investigación	Incremento de su competitividad gracias a las innovaciones en productos y procesos, o a la incorporación de capital intelectual formado en el organismo
Acceso a la innovación abierta y al know-how empresarial	Acceso a la innovación abierta y al know-how del CSIC
Interacción con otros grupos o entidades de investigación que realizan I+D en las áreas del saber relacionadas con los proyectos a desarrollar	Acceso a las infraestructuras del organismo de investigación
Acceso al mercado (nacional e internacional), ya sea indirectamente (a través de las tecnologías transferidas) o directamente (al crear spin-off)	Acceso a nuevos mercados gracias a los nuevos productos o procesos, o a la mejora de los ya existentes
Obtención de ingresos complementarios a través de contratos de I+D con empresa y licencias de explotación de patentes	Incremento del beneficio económico consecuencia de los puntos anteriores
Incremento de capital intelectual, por la incorporación de personal que participa en los contratos de I+D o que participa en las spin-off	Incremento del capital intelectual por la incorporación de personal formado en I+D
Contribuir al prestigio del organismo, mejorando su imagen ante la sociedad	Aprovechamiento de resultados de I+D obtenidos por el CSIC con fondos públicos, reduciendo el tiempo de desarrollo de las innovaciones requeridas por la empresa, así como el riesgo de lograrlas partiendo de cero.
La satisfacción personal de investigadores que ven como los resultados de su trabajo contribuyen al desarrollo socioeconómico	Aumento del patrimonio intangible de la empresa al incorporar derechos de propiedad intelectual y activos tecnológicos.

Tabla 2. Ventajas de la transferencia de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

Los procesos de difusión, transferencia de conocimiento, así como los sistemas de innovación a los que dan lugar, son cada vez más complejos, y su éxito depende, en último término, de los objetivos logrados y de su impacto final. Por tanto, una vez definidos los mecanismos de transferencia de conocimiento, es clave comprender las ventajas que este aporta, tanto para el organismo como para las empresas receptoras del conocimiento (tabla 2).

Diversos autores han abordado esta cuestión, así Cohen y otros (2002), realizaron una encuesta que demuestra que la transferencia contribuye en igual medida a que surjan nuevos proyectos y a que se finalicen proyectos ya existentes, Bishop y otros (2011) corroboran la mejora de las capacidades de aprendizaje que contribuyen al entendimiento fundamental de los problemas, así como de las capacidades para adquirir conocimientos y experiencia para resolver problemas, y Barge-Gil y Modrego (2011) definen y clasifican los diferentes tipos de impacto (técnico, económico, sobre inversiones, sobre intangibles, etc.) que las empresas reconocen que se producen por la transferencia de conocimiento .

Pese a las ventajas enumeradas en la tabla 2, y las políticas implementadas en nuestro país para impulsar las relaciones ciencia/tecnología y empresa, lo cierto es que el gran capital de conocimiento que España tiene (según SCImago Journal & Country Rank –SJR–, es el cuarto país con más graduados en disciplinas de ciencia y tecnología, y el undécimo en producción de documentos científicos), no se corresponde en absoluto con su impacto sobre la innovación en las empresas españolas (Fernandez de Lucio, I., 2009) y nuestro crecimiento socioeconómico .

Ello se debe a que la transferencia del conocimiento encuentra barreras, dificultades y limitaciones que es necesario conocer con el fin de minimizarlas y poder proponer estrategias que motiven tanto a investigadores como empresarios, y lograr promover e impulsar la transferencia del conocimiento generado, de manera que revierta en innovación de los productos y los procesos empresariales o industriales. Estas barreras son objeto de estudio en el análisis posterior.

5. Análisis

5.1. Aspectos determinantes de la transferencia de conocimiento en el CSIC

Los datos recogidos por el CSIC en las encuestas a empresas, cuyos resultados se muestran en el ANEXO, constituyen una valiosa herramienta para conocer aspectos determinantes para la transferencia de conocimiento que no se contemplan en los datos recopilados sistemáticamente por el organismo. Siguiendo la metodología analítico-sintética, un primer análisis lleva a discernir los siguientes factores en el proceso de transferencia:

- Los **agentes** que intervienen en las relaciones CSIC-empresa.
- Las **motivaciones** que conducen a iniciar estas relaciones.
- Los **mecanismos** utilizados.
- Las limitaciones y **barreras** encontradas.
- Los **intangibles** que influyen en el grado de satisfacción conseguido.

- Las **innovaciones y resultados** obtenidos (impacto).

Siguiendo esta metodología, cada uno de estos aspectos ha sido analizado y se ha realizado una síntesis, enumerándose a continuación los cinco puntos más relevantes que rigen la transferencia de conocimiento CSIC-empresa para cada uno de ellos, y que servirán de base para la propuesta de acciones e indicadores de transferencia de conocimiento.

Las principales **motivaciones** (figura 4 - ANEXO) por las que las empresas buscan la colaboración del CSIC se centran, en este orden, en:

- 1) Introducir nuevos productos o servicios en el mercado.
- 2) Mejorar su competitividad en el mercado
- 3) Abordar proyectos de elevada complejidad científica o tecnológica.
- 4) Acceder al conocimiento científico/tecnológico no disponible a nivel empresarial para adelantarse a la incorporación de nuevas tecnologías.
- 5) Incrementar el prestigio de la empresa.

Al contrario de lo que podría pensarse, de todos estos motivos, sólo uno es de naturaleza táctica, es decir, persigue un objetivo muy concreto (introducir nuevos productos o servicios en el mercado), mientras que el resto son de naturaleza estratégica, es decir, requieren de visión de futuro y capacidad de anticipación.

En este análisis conviene reflejar también las motivaciones que las empresas apenas valoran, quedando patente que todos ellos son de naturaleza táctica:

- 1) La búsqueda de personal (capital intelectual) formado en el CSIC para su contratación.
- 2) La posibilidad de aplicar deducciones fiscales por la ejecución de proyectos de I+D+i.
- 3) La participación en la creación de una nueva empresa.
- 4) Reducir riesgos y costes asociados a la I+D+i.
- 5) La obtención de licencias de explotación de patentes.

Los **mecanismos** (figura 5 – ANEXO) adoptados son muy diversos, pero los estudios revelan que los mayoritariamente empleados son, en este orden:

- 1) Apoyo tecnológico y consultoría.
- 2) Investigación contratada.
- 3) Contactos o consultas no formalizadas mediante contrato o acuerdo.
- 4) Utilización de instalaciones o equipos del CSIC.
- 5) Participación en proyectos financiados por convocatorias o programas públicos.

Al igual que con las motivaciones, interesa recoger aquí los mecanismos menos utilizados, que, como puede observarse, en general, están en concordancia con las motivaciones poco valoradas, y son los siguientes:

- 1) Crear una empresa en colaboración con el CSIC.
- 2) Obtener licencias de explotación de patentes u otros tipos de propiedad intelectual.
- 3) Ejecutar proyectos de investigación de programas internacionales.
- 4) Los relacionados con la formación (doctorados industriales, formar personal de la empresa en centros del CSIC o incorporar personal formado en el CSIC a la empresa).
- 5) Participar conjuntamente con el CSIC en actividades de divulgación o difusión.

El estudio de las **barreras** (figura 6 – ANEXO) que las empresas citan en mayor medida como un obstáculo que afecta en buena medida a las relaciones de colaboración son:

- 1) Las diferencias existentes entre las prácticas de trabajo del sector empresarial y los centros e institutos del CSIC.
- 2) La financiación pública disponible.
- 3) Las negociaciones previas con el investigador y los procesos administrativos requeridos para la firma.
- 4) La predisposición de los investigadores a divulgar los resultados de la investigación, en contra de la tendencia empresarial a la confidencialidad.
- 5) Las diferencias culturales.

Si atendemos a la percepción de barreras según el mecanismo de transferencia de conocimiento utilizado, encontramos que el obstáculo que representa una dificultad mayor en todos los casos es la predisposición de los investigadores a divulgar los resultados de la investigación, en contra de la tendencia empresarial a la confidencialidad.

Otro de los aspectos que adquiere gran relevancia en las interacciones que se producen entre los distintos actores de un sistema de innovación radica en sus **intangibles**, entendiendo por tales las capacidades de los actores, tanto para generar conocimiento como para su divulgación y su aplicación. Dichos intangibles pueden ser humanos, estructurales o de organización y de relación, y todos ellos dependen de la calidad de su capital intelectual. Los autores señalan como decisiva la capacidad de absorción de conocimiento de las empresas para adaptar lo aprendido a sus procesos o productos (Cohen y Levinthal, 1990) y la capacidad de establecer vínculos de calidad en las relaciones (Chen et al., 2010; Kandemir et al., 2002; Robert, 2003;). Además, el modelo Intellectus (Bueno et al, 2011), de medición y gestión de los valores intangibles, concede especial importancia a la innovación, considerando básicos tres elementos de la misma: la capacidad de emprendimiento (actitud y creatividad), el esfuerzo en innovación (personal y en ejecución de proyectos) y los resultados de la innovación (en productos, procesos, gestión, etc.), y resalta la capacidad de la innovación para incrementar el valor de los intangibles (figura 1).

Así pues, las siguientes capacidades determinarán si se pueden establecer las siguientes variables relacionadas con los **intangibles**:

- 1) Capacidad de generar conocimiento (intangible humano relacionado con la creatividad y la actitud).
- 2) Capacidad de divulgación de los resultados de investigación (relacionada con el intangible humano, estructural y relacional).
- 3) Capacidad de facilitar los cauces para establecer relaciones (asociada al intangible humano, estructural y relacional).
- 4) Capacidad de establecer relaciones de calidad entre agentes generadores y destinatarios de conocimiento (vinculada al intangible humano, estructural y relacional).
- 5) Capacidad de aprendizaje y absorción de conocimiento por parte de las empresas (determinada por el intangible humano y estructural).

Hay que destacar que estas capacidades o, en definitiva, los intangibles, van a influir en gran medida en los aspectos ya mencionados (motivación, mecanismos y barreras) y en los resultados de la transferencia de conocimiento. Puede afirmarse que se establece una retroalimentación o bidireccionalidad, tal como muestra la figura 1.

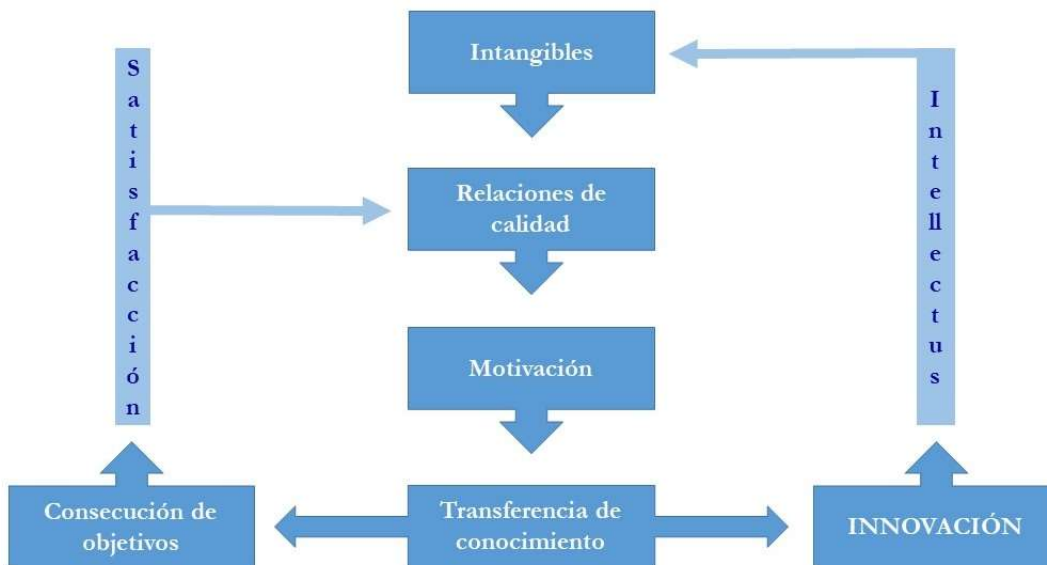


Figura 1. Retroalimentación en el proceso de transferencia de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

Por último, las empresas resaltan, en este orden, los siguientes **resultados (impacto)** (figura 7 – ANEXO) obtenidos gracias a la transferencia de conocimiento con el CSIC:

- 1) Mejorar un producto o servicio.
- 2) Lograr la resolución de problemas.

- 3) Lanzar un nuevo producto o servicio.
- 4) Incrementar el beneficio económico.
- 5) Acceder a nuevos mercados.

Como puede observarse, los tres primeros son incorporaciones científicas o tecnológicas, y los dos últimos son de índole económica. Por otra parte, las empresas también obtienen una serie de resultados (impacto) relacionados con los **intangibles** (figura 8 – ANEXO):

- 1) Adquirir nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.
- 2) Mejorar la imagen y el prestigio de la empresa.
- 3) Incrementar la cultura innovadora de la empresa.
- 4) Establecer contactos con otros organismos públicos generadores de conocimiento.
- 5) Mejorar la cualificación y formación de su personal.

Comparar el papel del CSIC respecto a otras entidades generadoras de conocimiento, nos proporciona una medida del **grado de apertura** en la estrategia de innovación de las empresas encuestadas con respecto a este organismo.

El CSIC es el agente preferido por las empresas cuando la interacción supone emplear ciertos mecanismos. Dos de ellos coinciden con los dos primeros enumerados antes como los más utilizados por las empresas, sin embargo, pese a que la obtención de licencias de explotación de propiedad intelectual no es uno de los más empleados, sí que es un mecanismo en el que las empresas se decantan por el CSIC ante universidades y otros OPIs. Las empresas se inclinan de forma notoria por el conjunto formado por las universidades y resto de OPIs cuando se utilizan los siguientes mecanismos de transferencia (figura 9 – ANEXO):

- 1) Formación de posgraduados en la empresa (doctorados industriales, etc.).
- 2) Incorporar personal que ha recibido formación especializada en el centro de I+D
- 3) Creación de una nueva empresa en colaboración con el centro de I+D.
- 4) Investigación en el marco de programas internacionales.
- 5) Participación conjunta en actividades de difusión.

Para finalizar este análisis, cabe mencionar que el CSIC recoge anualmente una serie de datos estrechamente relacionados con la generación de conocimiento, que pueden encuadrarse en algunos de los mecanismos, antes citados, por los que se produce su transferencia. No obstante, los datos recogidos no cubren todos los aspectos por los que se produce la transferencia de conocimiento ni reflejan de manera integral su impacto. En las siguientes gráficas (figura 2 y figura 3) se muestran algunos datos recogidos para distintas anualidades.

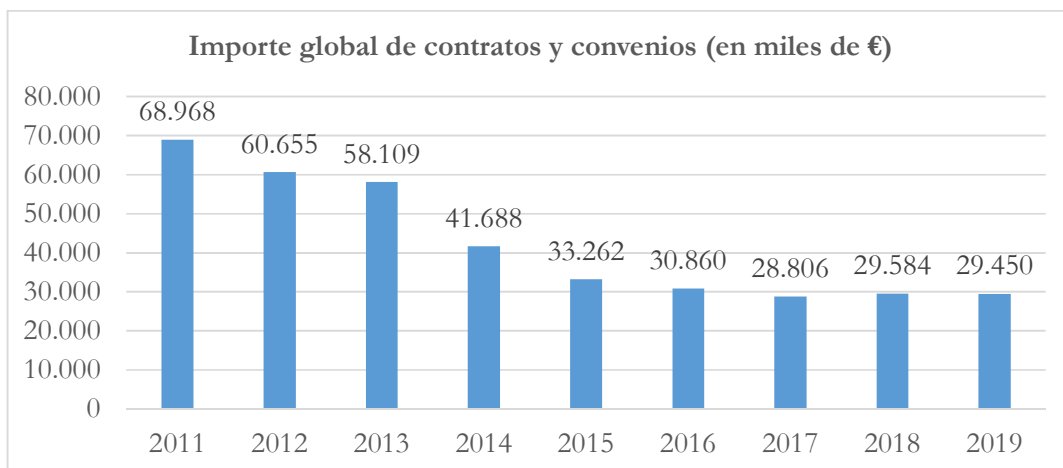
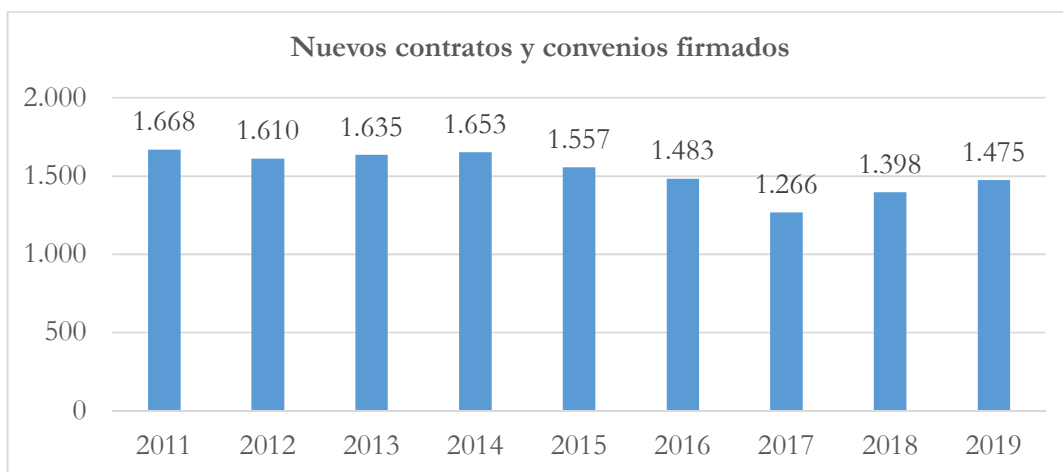
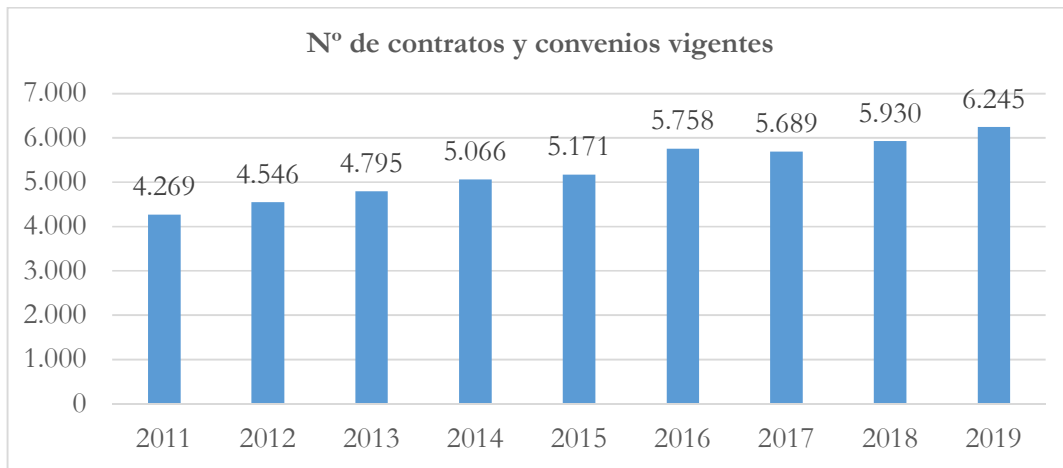


Figura 2. Número e importe global de contratos y convenios vigentes en el CSIC en la última década (Fuente: bases de datos del CSIC)

Como se observa en la figura 2, pese a que el número de contratos y convenios vigentes sigue una tendencia de incremento, la financiación correspondiente a los mismos ha disminuido considerablemente a partir de la última crisis económica. Esto significa que, en general, el importe individual de los contratos y acuerdos firmados por el CSIC ha disminuido. Es decir,

las empresas y otras entidades dedican un importe anual menor a I+D+i contratada con el CSIC.

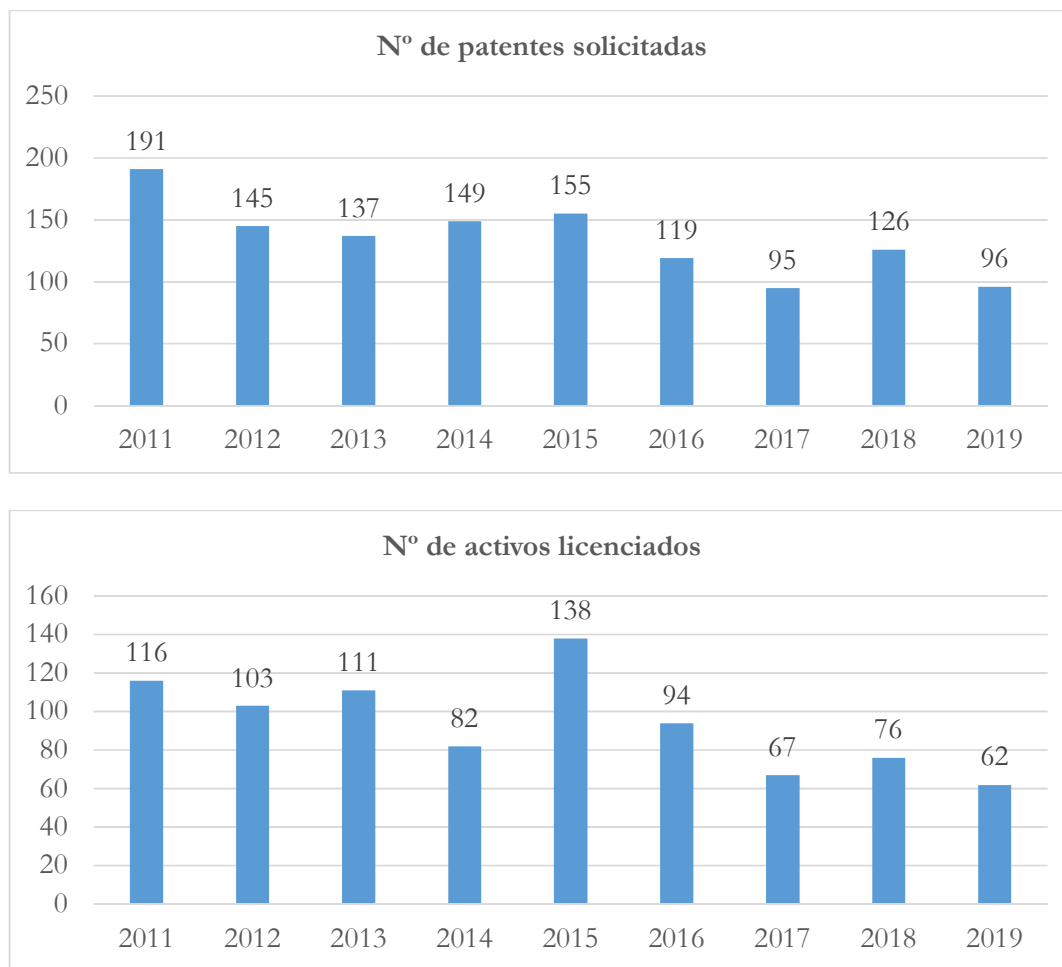


Figura 3. Número de patentes solicitadas y de de activos licenciados por el CSIC en la última década (Fuente: bases de datos del CSIC)

En la figura 3 se observa una disminución del número de activos licenciado en los últimos años, lo que, sin duda, repercute en el impacto de este mecanismo en el tejido productivo.

5.2. Modelo de indicadores

El análisis de los datos aportados en apartados anteriores servirá de base para proponer un modelo integral para la promoción de la transferencia de conocimiento generado en el CSIC y para que dicha transferencia cristalice en innovación empresarial. Para analizar la contribución de la transferencia de conocimiento generado en el CSIC a la innovación empresarial, es necesario emplear indicadores que cubran todos los mecanismos de transferencia de conocimiento y que aporten una visión integral y real de cada uno de ellos.

Siguiendo la metodología antes expuesta, la primera hipótesis que se plantea después de analizar y sintetizar los aspectos que determinan la transferencia de conocimiento en el CSIC, es que es imprescindible valorar dicha transferencia al mismo nivel que la investigación

científica básica y fundamental, para lograr un incremento sustancial de la misma y de su impacto. Al contrario de lo que ha ocurrido tradicionalmente en España, evaluar y premiar la transferencia del conocimiento ha sido una asignatura pendiente hasta hace relativamente pocos años. La producción científica es evaluada mediante los rankings que anualmente se publican de revistas científicas y tecnológicas y las citas que recibe un determinado artículo publicado en ellas. A su vez, tradicionalmente los investigadores de universidades y de algunos organismos públicos de investigación, como, en el caso que nos ocupa, el CSIC, han sido evaluados y “premiados” por sus méritos y actividad investigadora (“quinquenios” y “sexenios”). Sin embargo, la transferencia de conocimiento no ha comenzado a ser evaluada y valorada hasta hace relativamente poco tiempo.

Se deduce, por tanto, en primer lugar, la necesidad de establecer un modelo de indicadores que aporte instrumentos para el análisis, la valoración, la evaluación y la promoción de la transferencia de conocimiento.

Como se ha visto, el CSIC ya recoge indicadores de transferencia de manera sistemática, y que son totalmente válidos. Su análisis nos lleva a la segunda hipótesis: existe una carencia de indicadores que proporcionen una visión integral de la transferencia de conocimiento y de su impacto real. En casi todos los casos, se mide únicamente el número, y no su repercusión socioeconómica real. Por ejemplo, solo se considera el número de spin-off creadas, pero no se estudia cuántas de ellas terminan siendo empresas consolidadas, crean empleo y crecimiento económico, ni tampoco son tenidas en cuenta las acciones de transferencia que llevan a cabo sociedades nacidas en el seno del CSIC, lo que supone eliminar una parte de la dimensión emprendedora del organismo.

Cabe deducir pues, que el modelo debe recoger metodologías para la obtención, tratamiento y seguimiento del conjunto de identificadores que permitan evaluar de forma integral el éxito en los procesos de transmisión del conocimiento, de la misma manera que resulta imperativo cualificar los impactos que dicha transmisión genera.

Como ejemplo, en Estados Unidos y Reino Unido fundamentalmente, desde el año 2010, se vienen publicando algunos estudios (OECD, 2010; OECD, 2011 y European University Association, 2015) que ponen de manifiesto la necesidad de una revisión de los sistemas de métrica de los impactos producidos por la transferencia del conocimiento. Así, por ejemplo, “The economic impact of research conducted in Russell Group Universities” (Russell Universities Press, 2010) analiza un total de 125 estudios en 17 instituciones del grupo Russell, e introduce sistemas para la medida del impacto, tales como el retorno económico (a través de licencias de explotación, contratos con spin-off, etc.), el número de puestos de trabajo creados y el potencial de impacto social.

En los entornos anglosajones el término transferencia del conocimiento se centra básicamente en dos dimensiones: transferencia de tecnología (Technology Transfer) y gestión del conocimiento (Knowledge Management). Sin embargo, en las corrientes de pensamiento europeas, la transmisión del conocimiento se entiende de una forma integral, siendo la transferencia de tecnología solo una de las formas que adopta la transmisión de conocimiento. Y desde este punto de vista se aborda el modelo de este trabajo.

El modelo aplica el principio de bidireccionalidad, donde los flujos de información que determinan la naturaleza y el tipo de interacción entre los agentes van a modificar las características del conocimiento generado, debido a la retroalimentación del sistema y como

consecuencia directa de las propias interacciones, lo que conduce a estas hipótesis (coherentes con el modelo Intellectus):

- La materialización de la transferencia de conocimiento en resultados o beneficios para la empresa está directamente relacionada con la calidad de la relación establecida, o dicho de otro modo, la satisfacción final en las interacciones ciencia/tecnología - empresa depende en gran medida de su capital intelectual.
- La consecución de resultados gracias a la transferencia de conocimiento conlleva mejoras en nuevos procesos productos o servicios, lo que conduce a un incremento del capital intelectual.

Este modelo sitúa al agente generador de conocimiento, en nuestro caso el CSIC, en el centro, considera clave las interacciones entre todos los posibles **agentes** participantes (según las dos hipótesis anteriores), y los integra en grupos, en función de su misión:

- 1) Responsables de establecer políticas de conocimiento eficientes: administraciones públicas, que dictan las políticas de I+D, los criterios de su financiación pública, y crean programas y planes para su ejecución.
- 2) Responsables de generar conocimiento: otras entidades generadoras de conocimientos, tales como universidades, otros OPIs, fundaciones y hospitales donde se realiza I+D.
- 3) Responsables de optimizar la difusión y transferencia del conocimiento, los vínculos entre agentes e incrementar recursos y generar riqueza a través de la innovación: entidades intermediarias o plataformas que actúan como interfaces, parques científicos y tecnológicos, fundaciones, entidades financiadoras, etc.
- 4) Responsables de adquirir el conocimiento generado y traducirlo en innovación: empresas y entidades destinatarias del conocimiento.
- 5) Responsables de que las innovaciones reviertan en la generación de riqueza social: la propia sociedad y todas las organizaciones y asociaciones (ONGs, ONLs, etc.) que promueven sociedades cada vez más participativas e inclusivas.

Los **indicadores** que se proponen se recogen en la tabla 3. Estos indicadores se han clasificado atendiendo a su impacto sobre tres parámetros:

- Capital intelectual: miden el impacto de la transmisión de conocimiento en términos de capacidades y competencias de los recursos humanos vinculados al CSIC, relacionados con el empleo o empleabilidad, y con su movilidad a otras entidades.
- Económicos o de mercado: miden el impacto de la transmisión de conocimiento en la competitividad, incidiendo en el desarrollo tecnológico, y generan riqueza.
- Proyección social: miden el impacto de la transmisión de conocimiento en relación a la imagen del organismo como resultado de las actividades de comunicación, divulgación, y de acciones externas de cooperación.

Impacto	Indicador	Mecanismo de transferencia	Agentes involucrados	Ya recogido
Capital intelectual	Número de contratados con cargo a proyectos o contratos de I+D	F - C	C - A - D	S
	Número de estudiantes realizando prácticas, TFG o TFM o doctorado.	F	C - G	N
	Número de doctorados industriales dirigidos o codirigidos	F	C - D	N
	Número de doctores (que realizaron el doctorado en el CSIC) en entidades externas (públicas o privadas).	F	C - A - G	N
	Estudiantes de prácticas, TFG, TFM que han encontrado un puesto de trabajo relacionado con la formación adquirida en el CSIC.	F	C - A - G - I - D - S	N
	Investigadores en excedencia que se encuentran realizando actividades de I+D en otras instituciones o empresas	E - O	C - D	N
	Investigadores en excedencia por incorporación a spin-off	E	C - D	N
	Otro personal (doctorandos.....) formado en el CSIC incorporado a spin-off	F - E	C - D	N
	Nº de becas concedidas	F	C - A	S
Económico o de mercado	Nº de activos en explotación	L	A - I - D	S
	Ingresos por licencias de explotación de patentes (royalties)	L	D	S
	Número de contratos, acuerdos y convenios	C	I - G - D	S
	Ingresos por contratos (de cualquier tipo)	C	G - D	S
	Spin-off con más de 3 años de antigüedad	E	D	N
	Facturación anual de spin-off	E	D	N
	Internacionalización de la spin-off	E	C - I - D	N
	Número de trabajadores de spin-off	E	D	N
	Importe de las becas concedidas	F	A	S
	Nº de prestaciones de servicio	S	G - D	S
	Importe total de las prestaciones de servicio	S	G - D	S
Proyección social	Número de menciones en prensa	D	S	N
	Número de participaciones en actividades y programas de divulgación científico-tecnológica (no dirigidos a colectivos científicos o tecnológicos expresamente)	D	S	N
	Número de convenios con otras instituciones generadoras de conocimiento.	C	G - I - S	N

Tabla 3. Indicadores de transferencia de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

Además, en la tabla 3 se indica:

- El mecanismo de transferencia de conocimiento relacionado con el indicador: formación (F), contratos, convenios y acuerdos (C), licencias de explotación (L), spin-off o EB'Ts (E), divulgación (D) o prestación de servicios (S) u otros (O).
- Agentes involucrados (además del propio CSIC) atendiendo al modelo Intellectus e incluyendo el capital humano (C): administraciones (A), entidades externas al CSIC generadoras de conocimiento (G), entidades intermediarias (I), entidades destinatarias de conocimiento (D) y entidades que promueven la generación de riqueza social (S).

- Si el indicador se recoge actualmente en el CSIC (S) o no (N).

Este modelo de indicadores es una herramienta que facilitará el diseño estratégico y la colaboración de los diferentes agentes.

Otra de las novedades del modelo viene dada por establecer indicadores que reflejan la madurez y nivel de desarrollo o crecimiento de las spin-offs, factores que contribuyen a la retención del capital intelectual.

6. Conclusiones

Este trabajo contribuye al estudio y análisis de las relaciones entre las empresas y el CSIC en varios aspectos:

- 1) Agentes que intervienen en la relación ciencia/tecnología y empresa.
- 2) Motivaciones que llevan a las empresas a buscar una interacción con el CSIC.
- 3) Mecanismos a través de los que se producen dichas relaciones
- 4) Barreras que encuentra la transferencia de conocimiento
- 5) Intangibles o capacidades relacionadas con la transferencia
- 6) Beneficios (impacto) que obtienen las empresas como consecuencia de su relación con el CSIC.

Las motivaciones, aunque son variadas, muestran que las empresas valoran en mayor medida las estratégicas que las tácticas. La concordancia existente entre motivaciones poco valoradas y mecanismos menos empleados invita a llevar a cabo, por parte del CSIC, acciones para promover la transferencia de conocimiento a través de los mismos. De la misma forma, la eliminación de las principales barreras, así como incrementar los resultados de la transferencia de conocimiento menos logrados, ambos citados en un apartado anterior, debe ser la meta. En este sentido es clave:

- 1) Incentivar la transferencia de conocimiento en el CSIC. Medir la transferencia de conocimiento mediante el conjunto de indicadores propuesto y recompensarla al mismo nivel que se hace con la producción científica, sin duda, incentivará a los investigadores (capacidades humanas).
- 2) El marco normativo. Las normas y legislación vigente determinan, en gran medida, la barrera que suponen las negociaciones previas a los contratos y acuerdos de colaboración y los procedimientos administrativos (capacidades estructurales) requeridos para su firma. Igualmente, la participación y tipo de actividad que pueden desarrollar los investigadores en las spin-off que crean, también está limitado por la Ley 53/1984, de Incompatibilidades del personal al servicio de las Administraciones Públicas, ya que, aunque la Ley 4/2007 (de reforma de la Ley 6/2001) introdujo modificaciones a las limitaciones existentes para la participación en determinadas empresas del personal docente e investigador de Universidades, estas modificaciones no se aplican al personal del CSIC.

- 3) Las acciones de divulgación (capacidades relacionales), en el sentido más amplio. Es necesario asegurar, en la medida de lo posible, la eliminación de barreras, así como poner en conocimiento de las empresas la gran variedad de mecanismos, beneficios y resultados (impacto) que aporta la transferencia de conocimiento, con el fin de evitar que no se empleen mecanismos o que no se tengan en cuenta ciertos beneficios por desconocimiento. La motivación y los mecanismos empleados se incrementarían si las empresas tuvieran una visión global de los mismos y de todo lo que puede reportarles la interacción con el CSIC, por lo que no sólo se requiere optimizar la divulgación de los resultados de investigación y de las patentes cuya explotación pueda ser de interés empresarial, así como facilitar los contactos adecuados para acceder a ambos, sino también las ventajas fiscales, las ayudas y financiación pública disponible, la posibilidad de participar en spin-off nacidas del CSIC, las capacidades de su personal y de las personas formadas en el CSIC (capital intelectual), la posibilidad de realizar acciones formativas en colaboración y de llevar a cabo actividades y acciones de divulgación conjuntas.
- 4) Mantener una relación fluida y de calidad con las empresas (capacidades relacionales), potenciando la cultura de colaboración con el organismo, y ofreciendo apoyo a las nuevas empresas en sus etapas de creación, desarrollo y crecimiento. El sector productivo debe tener una visión completa de las ventajas y beneficios que han obtenido y que pueden llegar a lograr gracias a sus relaciones con el CSIC, haciendo hincapié en aquellos aspectos que pueden pasar más desapercibidos por su naturaleza intangible.

Los resultados que obtienen las empresas están asociados a la satisfacción (intangible) lograda por cumplirse las expectativas y resolver sus necesidades, lo que deriva en una predisposición a continuar la interacción con el CSIC, siendo a su vez, la base de las relaciones de calidad y redundando en el valor del capital intelectual, o en definitiva, de los intangibles (capacidades humanas, estructurales y relacionales), que, como se ha señalado, afectan a todos los aspectos citados en los puntos anteriores.

Las encuestas a empresa son primordiales para detectar aspectos del proceso de transferencia que la mera recopilación sistemática de datos no pone de relieve, como son todos los relacionados con los intangibles del proceso y con el grado de apertura de las empresas hacia el CSIC en relación a otros organismos o entidades generadores de conocimiento. Como última conclusión, por tanto, además de cuantificar la transferencia de conocimiento mediante el conjunto de indicadores propuesto (que no debe considerarse estático, sino que puede ir cambiando conforme evolucione el proceso de transferencia), y de llevar a cabo las acciones enumeradas antes, será importante realizar periódicamente encuestas al sector productivo, y analizar los resultados de dichas encuestas, con el fin de determinar las acciones que conduzcan a optimizar las relaciones CSIC-empresa y, en definitiva, el impacto en innovación y competitividad de nuestro tejido empresarial.

7. Referencias bibliográficas

- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 5 (13), 9-25.
- Alvarado, M. D. C. C., Martínez, G. C. S, Pérez, M. G. and García, J. C. P. (2014). El rol del capital intelectual en la innovación de las empresas (artículo de revisión). *European Scientific Journal*, 10 (28).

Atkinson, R. C. and Blanpied, W. A. (2008). Research Universities: Core of the US science and technology system. *Technology in Society*, 30 (1), 30-48.

Azagra, J. M. (2003). *La contribución de las universidades a la innovación: efectos del fomento de la interacción universidad-empresa y las patentes universitarias* (Tesis doctoral). Valencia: Universitat de València.

Barge-Gil, A. and Modrego, A. (2011). The impact of research and technology organizations on firm competitiveness. Measurement and determinants. *The Journal of Technology Transfer*, 36 (1), 61- 83.

Barnes, T., Pashby, I. and Gibbons, A. (2002). Effective university-industry interaction: A multi-case evaluation of collaborative R&D projects. *European Management Journal*, 20 (3), 272–285.

Beraza J. M. and Castellanos, A. R. (2009). La actividad de transferencia de conocimiento en la universidad española: una comparación internacional. *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española*, (2979), 33-46.

Bishop, K., D'Este, P. and Neely, A. (2011). Gaining from interactions with universities: Multiple methods for nurturing absorptive capacity. *Research Policy*, 40 (1), 30-40.

Bozeman, B. and Papadakis, M. (1995). Company interactions with federal laboratories: What they do and why they do it. *The Journal of Technology Transfer*, 20, 64-74.

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research policy*, 29 (4), 627-655.

Bozeman, B. and Gaughan, M. (2007). Impacts of grants and contracts on academic researchers' interactions with industry. *Research policy*, 36 (5), 694-707.

Bueno, E., del Real, H., Fernández, P., Longo, M., Merino, C., Murcia, C., and Salmador, M. P. (2011). *Modelo Intellectus: medición y gestión del capital intelectual*. Documentos Intellectus. Madrid: CIC-IADE, Universidad Autónoma de Madrid.

Caloghirou, Y., Kastelli, I. and Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance? *Technovation*, 24 (1), 29-39.

Casado, J. L. (2000). Relationship University and Business. *Investigation and Marketing*, 68, 53–55.

Chen, TY., Hung, KP. and Tseng, CM. (2010). The effects of learning capacity, transparency and relationship quality on inter-organizational learning. *International Journal of Management*, 27 (3), 405-420.

Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Cohen, W. M, and Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.

- Cohen, W. M., Nelson, R. R., and Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science*, 48 (1), 1-23.
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R. R., Rosenberg, N. and Sampat, B. N. (2002). How do university inventions get into practice? *Management science*, 48 (1), 61-72.
- Dan, M. C. (2013). Why Should University and Business Cooperate? A Discussion of Advantages and Disadvantages. *International Journal of Economic Practices and Theories*, 3 (1).
- Drejer, I, and Jørgensen, B. H. (2005). The dynamic creation of knowledge: analysing public-private collaborations. *Technovation*, 25 (2), 83-94.
- Elfenbein, D. W., Hamilton, B. H. and Zenger, T. R. (2010). The Small Firm Effect and the Entrepreneurial Spawning of Scientists and Engineers. *Management Science*, 56 (4), 659-681.
- Etzkowitz, H. (1997). The Triple Helix: academy-industry-government relations and the growth of neo-corporatist industrial policy in the US. *Managing Technological Knowledge Transfer, EC Social Sciences, COST A*, 3.
- Etzkowitz, H. and 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 (2), 109-123.
- Fernandez de Lucio, I., Castro, E., Conesa, F. and Gutiérrez, A. (2000). Las relaciones universidad-empresa: entre la transferencia de resultados y el aprendizaje regional. *Espacios*, 21 (2).
- Fernandez de Lucio, I., (2009). Ciencia y crisis: la escasa incidencia de la I+D pública en la innovación de las empresas españolas. *Dossier Científico SEBBM* 162.
- Forrest, J. E. (1991). Models of the process of technological innovation. *Technology analysis & strategic management*. 3 (4), 439-453.
- Freeman, C. and Paredes, E. (1975). *La teoría económica de la innovación industrial*. Madrid: Alianza Editorial.
- Gassmann, O. (2006). Opening up the innovation process: towards an agenda. *R&D Management*. 36 (3), 223- 228.
- González-Loureiro, M. and Figueroa, P. (2012). Intellectual capital and system of innovation: What really matters at innovative SMEs. *Intangible Capital*. 8 (2), 239-274.
- Gulbrandsen, M, Mowery, D, and Feldman, M. (2011). Introduction to the special section: Heterogeneity and university-industry relations. *Research Policy*, 40 (1), 1-5.
- Kandemir, D., Ghauri, P., and Cavusgil, S. T. (2002). The strategic role of organizational learning in relationship quality in strategic alliances. En *Cooperative Strategies and Alliances* (pp. 799-828), F. J. Contractor y Lorange, P. (Eds.) Bingley: Emerald Publishing.

Kline, S. J. and Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, R. Landau y N. Rosenberg. (Eds.), (275-305). Washington: National Academic Press.

Ladd, D. A. and Ward, M. A. (2002). An investigation of environmental factors influencing knowledge transfer. *Journal of Knowledge Management Practice*. Obtenido de <http://www.tlinc.com/articl38.htm>

Lundvall, B. A. (1992). User-producer relationships, national systems of innovation and internationalisation. *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*, 45-67.

Manjarrés-Henríquez, L., Gutierrez-Gracia, A. and Vega-Jurado, J. (2008). University-industry relations and academic research: Coexistence or something else. *Ingenio Working papers series (CSIC-UPV)*.

Máynez Guaderrama, A. I, Cavazos-Arroyo, J, and Nuño de la Parra, J. P. (2012). La influencia de la cultura organizacional y la capacidad de absorción sobre la transferencia de conocimiento tácito intra-organizacional. *Estudios Gerenciales*, 28, 191-211.

Merchán Hernandez, C. (2012). Las relaciones de las empresas con las universidades: estrategias y dinámicas del proceso de cooperación a nivel regional. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 188 (753), 193-209.

Merino, C. and Villar, L. (2007). Factores de éxito en los procesos de creación de empresas de base tecnológica. *Economía industrial*, (366), 147-167.

Nelson, R. R. (Ed). (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Olazarán, M., Albizu, E. and Otero, B. (2011). Cooperación y creación de conocimiento tecnológico: innovación en las pequeñas y medianas empresas industriales. En *Innovación, conocimiento científico y cambio social: ensayos de sociología ibérica de la ciencia y la tecnología*, 32, 131-162.

O'Shea, R. P., Chugh, H. and Allen, T. J. (2008). Determinants and consequences of university spinoff activity: a conceptual framework. *Journal of Technology Transfer*, 33 (6), 653-666.

Pedraza, J. A. (2016). *Impacto en el tejido productivo de la transferencia del conocimiento del CSIC*. (Tesis doctoral). Córdoba: Universidad de Córdoba.

Perkmann, M. and Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9 (4), 259-280.

Polanyi, M. (2015). *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*. Chicago: University of Chicago Press.

Ponomariov, B. and Boardman, C. (2012). Organizational Behavior and Human Resources Management for Public to Private Knowledge Transfer: An Analytic Review of the Literature. *OCDE, Science, Technology and Industry Working Papers*, 1.

Robert, K., Varki, S. and Brodie, R. (2003). Measuring the quality of relationships in consumer service: An empirical study. *European Journal of Marketing*. 37 (1/2), 169-196.

Robson, C. (1993). *Real world research: a resource for social scientists and practitioner researchers*. Oxford: Blackwell Publishers Inc.

Rodríguez, A. (2006). Fundamentos científicos de la economía de la empresa. “Metodología para la investigación y el desarrollo del conocimiento en gestión empresarial”. En *Programa de Doctorado La empresa ante la globalización: riesgo y conocimiento*. Departamentos de Economía Financiera II, Economía Aplicada IV y Economía Aplicada V. Bilbao: Universidad del País Vasco.

Rosenberg, N. and Nelson, R. R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research policy*. 23 (3), 323-348.

Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*. 11 (1), 7-31.

Sábato, J. and Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*. 1 (3), 15-36.

Saren, M. A. (1984). A classification and review of models of the intra-firm innovation process. *R&D Management*. 14 (1), 11-24.

Schartinger, D., Rammer, C., Fischer, M. M. and Frohlich, J. (2002). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. *Research Policy*, 31 (3), 303-328.

Sebastián, J., Vielba, I. R, and Esquinas, M. F. (2008). *¿Hacia dónde va la política científica (y tecnológica) en España?* Madrid: Editorial CSIC.

Segarra, A. y Teruel, M. (2010). Obstáculos de las empresas para innovar. En *Análisis sobre ciencia e innovación en España* (pp. 444-473), Sanz, Menéndez, L. y Cruz Castro L. (Coords.) Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, (FECYT).

Soldevilla, E. (1995). Metodología de investigación de la economía de la empresa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 1 (1), 13-63.

Subramaniam, M, and Youndt, M. A. (2005). The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management Journal*. 48 (3), 450-463.

Velasco, E., Zamanillo, I. and Gurutze, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. En *Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa XX Congreso anual de AEDEM: Decisiones Organizativas (Comunicaciones)*, (2), 1-15. Palma de Mallorca: Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).

Ziman, J. (1976). *The force of knowledge: The scientific dimension of society*. Cambridge: Cambridge University Press.

ANEXO

En cada gráfico se indica el porcentaje de empresas encuestadas que han considerado bastante o muy importantes las motivaciones y barreras indicadas, o que han reconocido haber empleado los mecanismos o haber obtenido los resultados que se muestran.

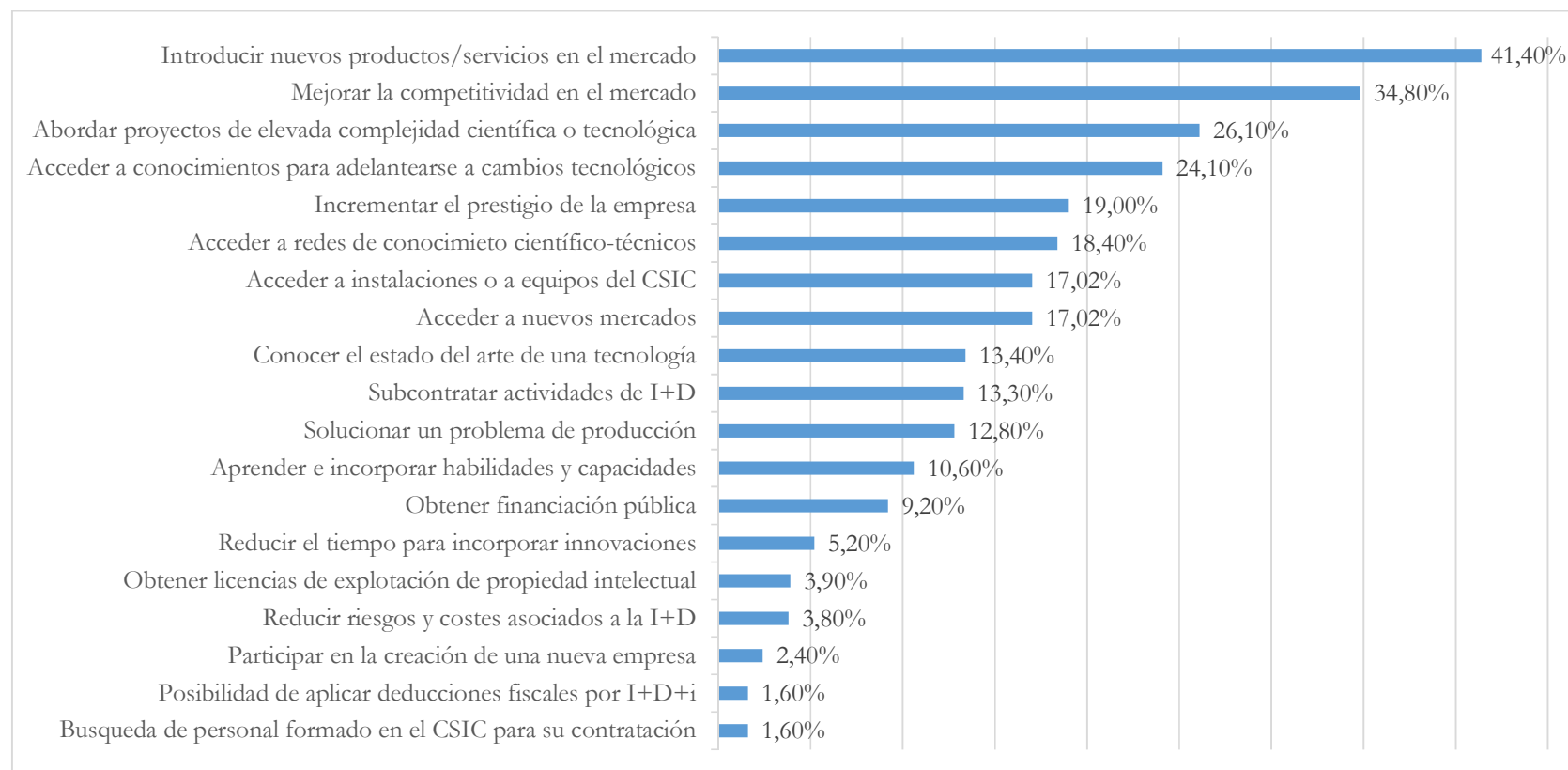


Figura 4. Motivaciones de las empresas para establecer una relación con el CSIC



Figura 5. Mecanismos empleados en la transferencia de conocimiento originado en el CSIC



Figura 6. Barreras que encuentran las empresas

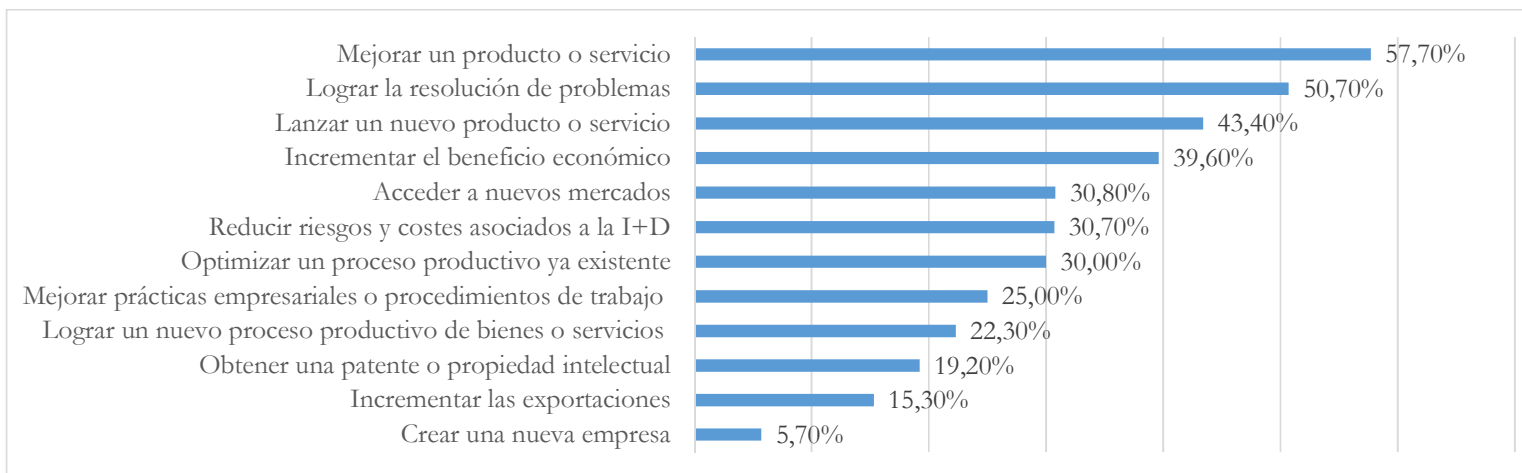


Figura 7. Resultados (impacto) logrados gracias a la transferencia de conocimiento

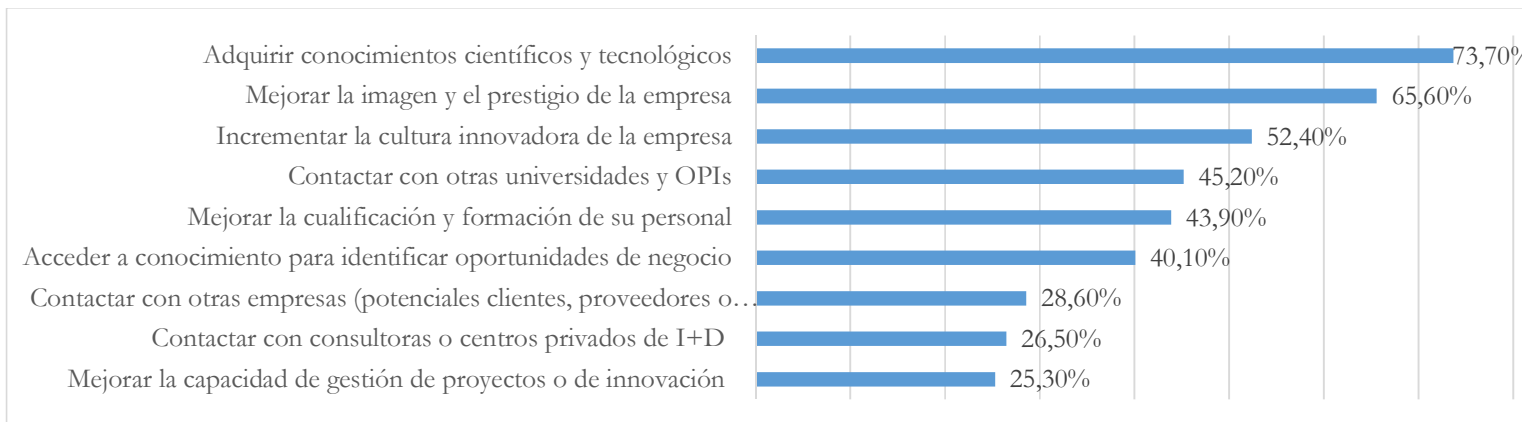


Figura 8. Resultados (impacto) logrados relacionados con los intangibles

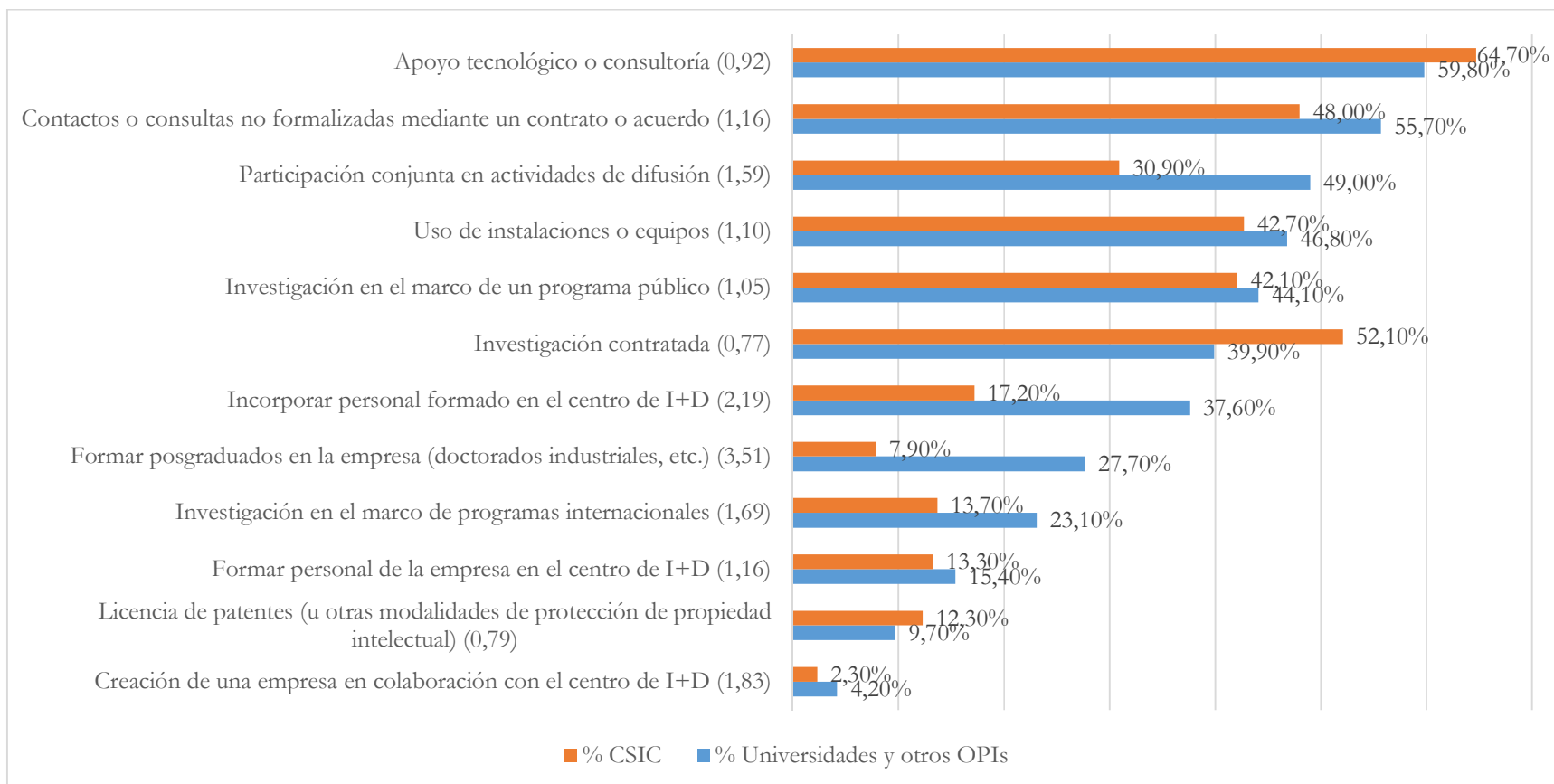


Figura 9. Mecanismos preferidos por las empresas: comparativa CSIC respecto a universidades y otros OPIs.
Entre paréntesis, ratio Universidades_y_otros_OPIs/CSIC

