

Artículos / Articles

## El papel de los centros de investigación colaborativa en los sistemas de innovación: innovaciones estructurales para la producción de conocimiento / *The role of collaborative research centres in innovation systems: structural innovations for knowledge production*

\*Sandro Giachi

Science Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex, Reino Unido / *United Kingdom*  
s.giachi@sussex.ac.uk

Recibido / *Received*: 26/11/2017

Aceptado / *Accepted*: 18/11/2018



### RESUMEN

Este artículo trata el problema de los varios tipos de acciones y políticas que se pueden definir como “innovaciones estructurales” en los sistemas nacionales de innovación, prestando especial atención al caso de la transformación de las interacciones entre el sector de la ciencia pública y la industria privada. El estudio se centra en la aparición y difusión de organizaciones que definen un entorno más estable y formalizado para la colaboración y la transferencia de conocimiento entre ciencia y empresa, como los centros de investigación colaborativa (CIC). El objetivo de la investigación es comprender de qué manera los CIC generan transformaciones estructurales en los sistemas de innovación. Empleando un conjunto de datos de encuesta, relativo a una muestra de 128 CIC radicados en España, se analizan las actividades y los resultados de los centros. Los resultados del análisis muestran que los centros se especializan principalmente en actividades de investigación aplicada, desempeñando un papel de productores, más que de transmisores, del conocimiento científico técnico. Así pues, para el caso español, parece que estas innovaciones estructurales cubren un “hueco funcional” entre dominios de actividad diferentes, más que un “hueco estructural” entre sectores.

**Palabras clave:** colaboración público-privada, huecos estructurales, sistema nacional de innovación, transferencia de conocimiento, universidad-empresa.

### ABSTRACT

*This paper concerns the diversity of actions and policies labelled as “structural innovation” in national systems of innovation and, specifically, to the changing modes of interactions between the public science and the private industry sectors. The study focuses on the emergence and diffusion of organisations encompassing a more stable and formalised environment for science-firms collaboration and knowledge transfer, like Collaborative Research Centres (CRCs). The aim is to understand how CRCs generate structural transformations within innovation systems. Employing survey data about a sample of 128 CRCs settled in Spain, activities and outcomes of the centres are analysed. Findings show that the centres tend to specialise on applied research activities, playing a role of producers of scientific and technical knowledge, instead of knowledge brokers. Therefore, and at least with reference to the case of Spain, this type of structural innovations is likely to cover a “functional hole” between diverse domains of activity, instead of covering a “structural hole” between different sectors.*

**Keywords:** knowledge transfer, national innovation system, public-private collaboration, structural holes, university-firms.

\*Autor para correspondencia / *Corresponding author*: Sandro Giachi. Science Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex, Falmer Campus, Brighton BN1 9RH, UK.

Sugerencia de cita / *Suggested citation*: Giachi, S. (2019). El papel de los centros de investigación colaborativa en los sistemas de innovación: innovaciones estructurales para la producción de conocimiento. *Revista Española de Sociología*, 28 (3, supl. 1), 71-92.

(Doi: <http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2019.29>)

## INTRODUCCIÓN

En esta investigación se analiza el problema de la innovación estructural y otros tipos de transformaciones que pueden producirse en los sistemas nacionales de innovación. Entre los diferentes tipos de acciones y políticas públicas orientadas a producir “innovaciones estructurales” en un sistema nacional de innovación (Howells y Edler, 2011), el presente estudio se centra en la aparición y difusión de nuevas formas organizativas que definen un entorno más estable y formalizado para las relaciones entre ciencia y empresa, como los centros de investigación colaborativa (CIC)<sup>1</sup>. Algunas innovaciones estructurales en este ámbito han permitido lograr cambios radicales en la configuración de los sistemas de innovación de algunos de los países más desarrollados, como Australia, Canadá, Estados Unidos, o el Reino Unido (Baba, 1988; Garrett-Jones, 2007; Giachi, 2016).

Los CIC se definen como organizaciones formales de I+D cuyo objetivo es fomentar la colaboración intersectorial y la transferencia de conocimiento (Boardman y Gray, 2010: 450). Como innovaciones estructurales, los CIC serían capaces de redefinir la forma, la intensidad y hasta el contenido de los flujos de información y conocimiento entre investigadores que trabajan en universidades y organismos públicos de I+D y empresas. Sin embargo, la evidencia disponible apunta a que el objetivo de la colaboración y la transferencia de conocimiento por parte de los CIC puede perseguirse mediante distintos tipos de actividades y con diferentes resultados. Por ejemplo, mientras que algunos CIC se especializan en actividades de investigación

básica o en la búsqueda de la excelencia científica, otros se orientan hacia la investigación aplicada y el desarrollo de nuevas tecnologías, y otros incluirían los servicios de consultoría o la comercialización de nuevas tecnologías entre sus actividades recurrentes (Luukkonen *et al.*, 2006; Arnold *et al.*, 2010; Lal y Boardman, 2013). Frente a esta diversidad, por tanto, se precisa una mejora comprensión acerca de cómo los CIC serían capaces de generar transformaciones estructurales en los sistemas nacionales de innovación y en las configuraciones de las relaciones entre ciencia y empresa.

El presente estudio tiene dos objetivos: por un lado, pretende conceptualizar la naturaleza de los CIC como innovaciones estructurales y definir sus características principales; por otro, pretende analizar y clasificar empíricamente el tipo de actividades desempeñadas por los centros y los resultados que obtienen. La originalidad del estudio empírico es que se analizan datos relativos a una muestra representativa de centros de investigación presentes en el sistema español de innovación, en lugar de un conjunto reducido de estudios de caso. Hasta donde es sabido, apenas existen estudios acerca de la capacidad de los CIC de generar innovaciones estructurales que abarquen la totalidad de un sistema nacional de innovación; ni siquiera para el caso de Estados Unidos, uno de los países de referencia en este ámbito de investigación (Gray, 2011). A través del estudio, se espera así pues contribuir al debate acerca de la definición de estos modelos organizativos y de sus implicaciones para la transferencia de conocimiento desde una perspectiva sociológica. De hecho, se trata de un ámbito que todavía ha recibido escasa atención por parte de la sociología de la ciencia, la tecnología y la innovación.

El artículo está estructurado como se expone a continuación: en la segunda sección se introduce brevemente el concepto de innovación estructural, así como las formas que esta puede adoptar y sus implicaciones para los sistemas de innovación. En la tercera sección, se describen las transformaciones estructurales recientes que se han producido en el sistema de relaciones entre ciencia y empresa, prestando especial atención a la aparición de los CIC y explicando qué diferenciaría estos modelos organizativos de otras formas de interacción o de organización de la I+D. En la cuarta sección

1 El término “centro de investigación colaborativa” es una adaptación al castellano del término *Cooperative Research Centres* (CRC), ampliamente utilizado en los países de lengua anglosajona como Australia, Estados Unidos o Canadá (p. ej., Slatyer, 1994; Boardman *et al.*, 2013). En otros países, especialmente en Europa y Asia, existen otras denominaciones para referirse a organizaciones similares (Arnold *et al.*, 2004, 2010; CREST, 2009). Todas estas denominaciones se emplean para distinguir organizaciones de carácter similar en sus objetivos y sus dinámicas de actuación, aunque la bibliografía especializada sobre el tema ha privilegiado la denominación anglosajona CRC (Gray *et al.*, 2013).

se describe brevemente cómo se ha procedido a la identificación de los CIC en este país y se detallan las características de la muestra de centros empleada en el análisis de datos. En la quinta sección se exponen los resultados del análisis, mediante la descripción y clasificación de las actividades que desempeñan los centros y los resultados que obtienen. En la sección conclusiva del artículo se interpretan los resultados y se discuten sus implicaciones para el estudio sociológico de las innovaciones estructurales que afectan al sistema de relaciones entre ciencia y empresa.

## **DEFINICIÓN DE LA INNOVACIÓN ESTRUCTURAL EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN**

En general, se define como “innovación” la generación o adopción de algo nuevo que implica una mejora con respecto a la situación existente y no simplemente una novedad (Fernández Esquinas, 2012; Menendez Viso, 2016). Pese a que la mayoría de los ciudadanos y los discursos oficiales tiendan a identificarlo con la creatividad, el conocimiento científico y las patentes tecnológicas (Innobarometer, 2005; COTEC, 2017), el concepto de innovación no se refiere exclusivamente a estos aspectos. Se puede hablar de innovación en términos de procesos productivos, mercadotecnia, canales de distribución, así como de nuevas formas organizativas e institucionales. El conocido “Manual de Oslo” (EUROSTAT, 2005) define la innovación como el conjunto de todas las tareas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen real o potencialmente a la puesta en marcha de innovaciones. Algunas de estas actividades pueden ser innovadoras por sí mismas, mientras que otras no son novedosas, pero son necesarias para la puesta en marcha de las otras. El Manual define además cuatro tipos de innovaciones: de producto, de proceso, de marketing y organizativas, y se aplican tanto a la industria como a los servicios, incluyendo los servicios públicos.

El concepto de innovación estructural es de reciente formulación, aunque recupera en parte un concepto más antiguo, el de “innovación arquitectural” (Henderson y Clark, 1990). Las innovaciones estructurales se definen como nuevas estructuras

de interacción entre los agentes del sistema que conllevan una mejora para la dinámica de este. El origen de las innovaciones estructurales se encuentra tanto en los procesos de adaptación a cambios en las funciones de los agentes, como en la aparición de nuevos actores o la implantación de un nuevo modo de innovación (Howells y Edler, 2011). La afirmación de un nuevo modo de innovación, a su vez, tendría su origen en cambios en el equilibrio entre la demanda y la oferta de innovaciones en el sistema, que implicarían una transformación en las estructuras y los modos de innovación que apoyan estas prácticas. Por otra parte, los modos de innovación evolucionan junto con las funciones de los actores existentes, o con la aparición de nuevos actores. Así que cuando alguno de estos cambios se produce, se necesitan nuevas configuraciones de relaciones, o marcos institucionales u organizativos que permitan dichas configuraciones.

Otra característica de las innovaciones estructurales es su carácter intencional: se trata de transformaciones emprendidas con la intención deliberada de modificar el sistema de interacciones entre las organizaciones que componen el sistema de innovación. Las políticas de innovación constituyen un ejemplo bastante evidente de ello. Normalmente, las innovaciones estructurales se orientan intencionadamente hacia la mejora de las capacidades y de las relaciones a disposición de los actores del sistema. Sin embargo, a menudo se obvian las consecuencias no previstas y los efectos disfuncionales a nivel de sistema de las políticas orientadas a generar innovaciones estructurales (Howells y Edler, 2011). El ámbito de las relaciones intersectoriales es especialmente vulnerable a estas dinámicas, debido a la distancia institucional y cultural entre el sector de la ciencia pública y la empresa privada (Turpin y Fernández-Esquinas, 2011).

### **Tipos de innovaciones estructurales y efectos**

Existirían cuatro tipos de innovaciones estructurales, en función del alcance de su impacto (Howells y Edler, 2011): reformas en ámbito regulativo; nuevos modelos de gobernanza; nuevos actores o formas organizativas; nuevas configuraciones de relaciones.

Estos autores también añaden que es preciso considerar el efecto que la introducción de un determinado tipo de innovación estructural puede provocar para la aparición o difusión de otros tipos. Por ejemplo, los CIC constituirían una innovación estructural de tipo 3, pero su origen podría estar vinculado a la adopción de programas o marcos legales para permitir o financiar la creación de nuevas organizaciones (tipo 1) o a la implementación de estrategias colaborativas entre los agentes del sistema para promover nuevas formas de I+D (tipo 2). Estas situaciones corresponderían a iniciativas emprendidas “desde arriba” (*top-down*) y se distinguen de aquellas emprendidas “desde abajo” (*bottom-up*), como las que surgen de la colaboración entre empresas e investigadores individuales (tipo 4)<sup>2</sup>.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los estudios acerca de la innovación estructural, tanto de tipo teórico como empírico, son relativamente escasos. En general, la bibliografía relativa a los sistemas de innovación ha tratado principalmente las interacciones estructurales como barreras para innovar, obviando su papel opuesto como promotores de la innovación. De hecho, los estudios suelen relacionar las interacciones estructurales con lo que los economistas llaman “fallos sistémicos” en el proceso de innovación (Dodgson *et al.*, 2011). Adoptando una perspectiva fundamentada tanto en el concepto de fallo sistémico, como en el análisis sociológico de la estructura reticular del sistema, Howells y Edler (2011) identifican dos ámbitos problemáticos principales para las interacciones estructurales en los sistemas de innovación: a) la densidad, configuración y el tipo de lazos que conforman las redes de interacciones, y b) la escasez de determinados tipos de actores en el sistema en un determinado momento.

El exceso de densidad dentro de la red o del sistema (efecto “cierre” o *lock-in*) puede entorpecer los procesos de innovación y generar interdependencia funcional (Burt, 2015), como se ha visto en

el caso de muchas políticas públicas orientadas a la creación de clústeres tecnológicos. El efecto de cierre puede derivar del hecho de que las redes no permanecen iguales a lo largo del tiempo, pueden fragmentarse o hasta colapsar sobre sí mismas. Para tener en cuenta este problema es preciso trabajar para el mantenimiento y la creación de “lazos débiles” y de “puentes” para traspasar los huecos estructurales. En general, parece que la solución cercana al punto óptimo se encuentra en el equilibrio entre el número de lazos fuertes y débiles, aunque esto siempre dependería de la configuración global del sistema y de las características individuales de empresas y agentes institucionales (Trigilia, 2007; Karamanos, 2012).

En cambio, la escasez de determinados tipos de organizaciones o agentes institucionales constituye un problema que ha recibido menor atención. Su ausencia puede generar fallos sistémicos en el proceso de innovación. Además, se trata de fallos que pueden ser difíciles de observar, debido a que no serían generados directamente por la ausencia de actores, sino por algún efecto intermedio (Howells y Edler, 2011). La cantidad y diversidad de actores en un sistema de innovación tendría implicaciones relevantes para la conducta y la evolución de las otras organizaciones involucradas en el proceso de innovación, aunque estas dinámicas han sido exploradas en pocas ocasiones. En este sentido, el estudio de nuevos modelos organizativos como los CIC puede aportar evidencias originales para comprender su impacto en el sistema de innovación y la aparición de eventuales consecuencias no previstas.

## LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN COLABORATIVA

### Transformaciones estructurales en las relaciones entre ciencia y empresas

La organización de la actividad científica ha cambiado sustancialmente durante las últimas décadas. Una característica que se observa con frecuencia es el aumento de la colaboración entre sectores, en particular entre la Universidad, los Organismos Públicos de Investigación (OPI) y los laboratorios industriales. Las formas tradicionales

2 Una aplicación de estas diferencias en el ámbito de las relaciones entre ciencia y empresas se encuentra en el estudio realizado por Clark (2010) acerca de la gobernanza de las políticas de innovación en Canadá y Estados Unidos.

de colaboración entre el sector académico y el industrial se caracterizaban por ser relaciones a corto plazo y que, normalmente, no requerían la creación de nuevas estructuras, como la investigación contratada, la movilidad de estudiantes licenciados o los servicios de consultoría que las empresas encargan a los grupos de investigación universitarios. Perkmann *et al.* (2013) se refieren a todas estas actividades como “*academic engagement*”, una práctica que no alteraría sustancialmente el *ethos* tradicional de la investigación basado en la “República de la Ciencia”: los investigadores colaborarían con la industria y el sector privado con el fin de asegurarse los recursos necesarios para mantener o desarrollar sus actividades de investigación.

En cambio, en épocas más recientes, la creación de nuevas infraestructuras y arreglos organizativos para facilitar las interacciones entre ciencia y empresas ha sido una política emprendida con mucha frecuencia. Con frecuencia, esto se ha debido al renovado impulso hacia la comercialización que ha caracterizado la dinámica de la ciencia y las universidades en las últimas décadas (Colyvas y Powell, 2006). Perkmann *et al.* (2013) muestran cómo la comercialización de los resultados de la I+D es una actividad que sí implicaría una reconfiguración de los valores y las prácticas culturales de las universidades y otras instituciones científicas, propiciando el desarrollo y la difusión de la llamada “ciencia emprendedora”. Además, estos autores muestran también cómo la implicación de los investigadores científicos en actividades de comercialización depende en larga medida del contexto organizativo e institucional, y que requiere frecuentemente de apoyo mediante infraestructuras y organismos más formales. Algunos ejemplos de estas nuevas infraestructuras para la colaboración entre ciencia y empresas, que cuentan habitualmente con la implicación de otros actores públicos, son los parques científico-tecnológicos, las oficinas para la transferencia de conocimiento, las incubadoras de empresas, las *spin-off* universitarias y los centros de investigación de carácter mixto o colaborativo (Jacob *et al.*, 2000; Etkowitz, 2010).

Esta última modalidad, en la que se centra el presente trabajo, se considera particularmente interesante por una serie de razones. Los centros

mixtos o colaborativos de I+D suelen estar orientados hacia actividades que pueden ser relevantes para la industria a medio-largo plazo y mantienen relaciones muy estrechas con las empresas y otros socios industriales (Ponomariov y Boardman, 2012). El papel estratégico que estas estructuras están adquiriendo en algunos sistemas de innovación provoca que, en ocasiones, no solo se consideren canales para la transferencia de conocimiento entre ciencia e industria, sino nuevos agentes de I+D con efectos especialmente dinamizadores en el sistema. Por ejemplo, se ha mostrado para el caso del sistema regional de innovación de Andalucía, que la participación de empresas en centros mixtos o colaborativos de I+D es una actividad que suele ir de la mano con la creación de empresas y que, aunque no se da con demasiada frecuencia, suele corresponder con estrategias diversificadas y abiertas a la colaboración con el sector científico por parte de las empresas (Merchán-Hernández, 2012).

La aparición de organizaciones como los CIC en los sistemas nacionales de innovación es un fenómeno relativamente reciente. Aunque se pueden encontrar experiencias pioneras en Estados Unidos a lo largo de los años treinta (Baba, 1988), las iniciativas más relevantes y duraderas se originaron a partir de los años ochenta y noventa en países anglosajones. En épocas más recientes, el modelo organizativo de los CIC ha sido adoptado también por varios países europeos como Alemania, Austria, Bélgica, Irlanda, España, Noruega o Suecia, entre otros, así como en el resto del mundo, por ejemplo, en Asia o Latinoamérica (Arnold *et al.*, 2004, 2010; CREST, 2009; Lal y Boardman, 2013; Giachi, 2016).

### Características de los CIC

Los CIC pueden guardar algunas semejanzas y diferencias con otros tipos de organizaciones científicas u otras formas de colaboración entre ciencia y empresas. Al respecto, existen dos puntos de vista importantes en los estudios especializados que hay que tener en cuenta (Figura 1). Por un lado, están los estudios acerca de las formas de transferencia de conocimiento y tecnología, que han tratado los centros de investigación como una de las estra-

**Figura 1.** Posicionamiento de los CIC entre otros tipos de estructuras.



Fuente: elaboración propia.

tegrías que se adoptan para que los resultados de la investigación científica tengan una aplicación concreta. Algunos de ellos se han ocupado específicamente del caso de centros de investigación. Por otro lado, existen estudios específicos acerca de los centros de nuevo cuño o de naturaleza colaborativa o mixta. Este segundo problema constituye un caso más específico dentro del primero.

Uno de los primeros estudios sociales acerca de la colaboración y la transferencia de conocimiento y tecnología que consideraron el caso de los CIC sugirió que se trataría de un tipo de innovación estructural que se caracteriza por transferir el conocimiento desde las universidades hacia la industria a través de la investigación, lo que constituiría su área funcional (Baba, 1988: 261). En cambio, Bozeman y Dietz (2001) afirman que los CIC pueden incluirse entre las “alianzas estratégicas para la investigación” (*Strategic Research Partnerships*), junto con los consorcios y la I+D subcontratada. Se trata de estructuras formadas por dos o más organizaciones (al menos una es una empresa) que hacen investigación de forma colaborativa y orientada hacia las necesidades estratégicas de las empresas (Bozeman y Dietz, 2001: 386). El tra-

bajo de Perkmann y Walsh (2007) sobre las estrategias de innovación abierta comparte una definición análoga, aunque aporta algún elemento más. Estos autores añaden que los CIC se caracterizarían también por su mayor nivel de intensidad relacional entre las partes. Al mismo tiempo, los CIC tendrían un grado bajo de aplicabilidad y transformación con arreglo al conocimiento científico que producen. Esta postura es compatible con la de otros estudios, por ejemplo, el de Ponomariov y Boardman (2012), que proponen una caracterización análoga. Las únicas diferencias se refieren al nivel de transformación del conocimiento producido en los CIC, más elevado en este caso.

Por otra parte, el estudio realizado por Rossi (2010) se centra en la dimensión cognitiva. Esta autora ubica el caso de los CIC dentro de una tipología bidimensional que clasifica las formas de gobernanza de las relaciones entre ciencia e industria en función del nivel de capacidad de apropiación (*appropriability*) y de complejidad (incertidumbre) de la base de conocimiento. Los CIC se caracterizarían por un nivel medio-bajo de *appropriability* del conocimiento y por elevados niveles de complejidad de la base de conocimiento (Rossi, 2010: 162-164):

las empresas participarían en los CIC porque el riesgo y la complejidad del conocimiento que necesitan es bastante elevado (p. ej., ciencia básica o proyectos de gran alcance) y porque no necesitan la propiedad intelectual de los resultados de la investigación. En el caso de España, se ha mostrado cómo la participación de las empresas en centros mixtos o colaborativos de I+D constituye un tipo de relación más de largo plazo y con un compromiso más formal entre las partes, derivando normalmente en una mayor intensidad de la interacción y la transferencia de conocimiento, así como una proporción mayor de inversión privada (Merchán-Hernández *et al.*, 2015). Por otra parte, el estudio sugiere también que ni el contexto organizativo de los investigadores ni sus actitudes hacia la colaboración parecen relevantes a la hora de explicar la participación en estos centros. En este sentido, los CIC españoles no se parecerían entonces ni a las formas más tradicionales de “*academic engagement*” ni a las actividades de comercialización del conocimiento (Perkmann *et al.*, 2013).

En cambio, si se considera el problema de diferenciar a los CIC de otros tipos de centros de investigación, en particular de aquellos de carácter mixto o de nuevo cuño, hay quien ha considerado los CIC como una estrategia organizativa novedosa emprendida por las universidades o los organismos públicos de investigación. Por ejemplo, el estudio de Etzkowitz y Kemelgor (1998) revisa las características de los centros de investigación norteamericanos destacando varios aspectos recurrentes. En particular, según estos autores, los centros de investigación de base universitaria patrocinados por las empresas producen conocimiento más elaborado y aplicado que la investigación académica tradicional (Etzkowitz y Kemelgor, 1998: 279-280).

Otros estudios han analizado específicamente la naturaleza de los centros mixtos de carácter público-privado. Por ejemplo, Coursey y Bozeman (1989: 8) definieron los centros semipúblicos de investigación como “cada estructura, de carácter formal o informal, donde colaboran al menos un laboratorio gubernamental y una empresa privada, con el objetivo de desarrollar y/u obtener conocimiento tecnológico” (*traducción del autor*). En cambio, los estudios sistemáticos sobre centros de investigación fuera del contexto estadounidense

han sido más escasos pese a su creciente relevancia, por ejemplo, en áreas como Europa (CREST, 2009). Una excepción interesante la encontramos en los estudios procedentes de Francia, donde se han investigado las nuevas tendencias en los laboratorios gubernamentales (Larédo y Mustar, 2000) y en los centros mixtos de investigación (Joly y Mangematin, 1996). Dichos estudios han destacado, sobre todo, la pluralidad de actividades emprendidas por estas organizaciones, entre las cuales se encuentra la colaboración con empresas.

En definitiva, no existe una posición concluyente acerca de las características de los CIC y el tipo de papel que desempeñarían en los sistemas de innovación. En términos generales, la evidencia disponible parece sugerir que el dominio funcional de actividad de los CIC corresponde a la investigación y desarrollo tecnológico, en el sentido de que se consideran centros que realizan I+D de manera autónoma. En este sentido, se distinguen de las estructuras mixtas para promocionar la colaboración en I+D. Asimismo, se destaca que existen relaciones intensas y frecuentes entre ciencia e industria, al menos desde el punto de vista formal, y que la dinámica de la transferencia de conocimiento está caracterizada por el riesgo y la incertidumbre. Por último, el tipo de conocimiento transferido a las empresas, generalmente, es complejo, está poco finalizado en forma de productos y servicios directamente comercializables y es difícil de proteger con herramientas legales.

## METODOLOGÍA

### Fuentes de datos

En España las relaciones de colaboración y la transferencia de conocimiento entre ciencia e industria se han institucionalizado en estructuras estables únicamente en tiempos más recientes. Pese a que se puedan encontrar algunas experiencias pioneras, como las asociaciones industriales de investigación (AII), creadas durante los años sesenta y setenta bajo el régimen franquista (Sanz-Menéndez y Cruz-Castro, 2005), la mayoría de las iniciativas se han emprendido a partir de los años noventa y, sobre todo, a lo largo de la primera década

da del 2000 (Fernández-Esquinas y Ramos-Vielba, 2011; Giachi, 2017). Se trata de centros regionales de innovación y tecnología, redes nacionales de investigación colaborativa o institutos semipúblicos de nuevo cuño o universitarios que, en algunos casos, presentan características parecidas a los *Cooperative Research Centres* de los países anglosajones (Fernández-Zubieta *et al.*, 2016).

Para hacer una radiografía de las organizaciones para la investigación colaborativa existentes en España se ha construido, de manera tentativa y exploratoria, un mapa de CIC. Se trata de una matriz de datos relativos a los centros de investigación individuales que contiene información que permite identificar y obtener descriptores básicos de la organización. La construcción del mapa de CIC ha sido llevada a cabo entre abril y julio de 2012 por el equipo de investigación del proyecto “Nuevas formas de relación entre ciencia e industria” del IESA-CSIC. Se ha aplicado un proceso de revisión documental en parte sistemático y en parte exploratorio, que incluya planes y programas públicos oficiales de I+D e innovación, directorios institucionales, páginas *web*, memorias corporativas, informes de resultados y estudios previos, utilizando un criterio territorial de reparto de las tareas de búsqueda.

Los criterios que se han utilizado para decidir la inclusión de un centro individual en el mapa de CIC han derivado tanto de la revisión bibliográfica previa, como de las peculiaridades del contexto español y del tipo de datos disponibles. Así pues, se ha definido como CIC toda organización que cumpla con los siguientes requisitos (Boardman y Gray, 2010: 450; Gray *et al.*, 2013: 10)<sup>3</sup>:

1. Posee una forma legal definida (p. ej., fundación, asociación, consorcio, empresa, agencia pública, etc.), es decir, se trata de un organismo con autonomía administrativa.

2. Tiene como uno de los objetivos oficiales la ejecución directa de actividades de I+D.

3. Está participada por al menos dos socios que pertenecen a sectores institucionales diferentes, siempre que uno de ellos sea una universidad o centro público de investigación y otro socio sea una empresa privada.

Aplicando estos criterios, se obtuvo un listado de 216 CIC, que conforman la primera población estimada para este tipo de organización en España<sup>4</sup>.

El mapa de CIC ha servido como base para llevar a cabo una encuesta original a CIC ubicados en territorio español. El objetivo de esta encuesta era obtener información acerca de las características de los centros y de sus resultados. Dicha encuesta ha permitido acceder a información estructural acerca de los centros de investigación.

En la encuesta se ha utilizado un cuestionario estructurado dirigido a directores u otros cargos de responsabilidad o administrativos de los centros de investigación. Se ha decidido no realizar un procedimiento de muestreo estadístico, sino enviar el cuestionario a todos los centros identificados a través del mapa. Se justifica esta elección debido a la heterogeneidad existente entre las formas organizativas de los centros, así como a la escasez de información para definir algún criterio de representatividad, por ejemplo, en función de características administrativas u organizativas.

El trabajo de recogida de datos fue llevado a cabo entre julio y noviembre de 2012 por el mismo equipo de investigación y se utilizaron de forma conjunta las siguientes herramientas de comunicación: cuestionario online, correos electrónicos, cartas postales y seguimiento telefónico mediante el programa CATI (*Computer Assisted Telephone Interview*)<sup>5</sup>. El nivel de participación en la encuesta

3 De este modo, se han incluido aquellos centros de investigación independientes de las organizaciones que participan en ellos, en los que participan bien universidades y empresas, bien organismos públicos de investigación y empresas. Además, en numerosas ocasiones, cuentan con la participación de otra Administración pública que no es ejecutora de I+D, como un gobierno regional, un ministerio o una Administración local.

4 Debido a la naturaleza exploratoria del procedimiento de búsqueda y sistematización de los datos, no es posible saber con exactitud cuántos centros con características parecidas han sido descartados durante el proceso de construcción del mapa de centros.

5 La encuesta empezó en septiembre de 2012, enviando a los directores de los centros un correo electrónico que contenía el código de acceso al cuestionario online, acompañado por una carta postal de presentación de la encuesta. Finalmente hubo seis reenvíos por correo

se considera satisfactorio. Participaron 128 centros, una cifra correspondiente al 59,3 % del universo identificado a través del mapa de CIC.

### Consideraciones sobre la representatividad de la encuesta

Como se ha visto anteriormente, debido a las características del contexto y del diseño de la investigación, no se ha obtenido la información relativa a los casos a través de técnicas probabilísticas, sino enviando el cuestionario a toda la población estimada de centros. De esto derivan dos implicaciones: primero, que se debería hacer un uso de estos datos principalmente estratégico y exploratorio. Segundo, que la única posibilidad de control sobre esta información puede realizarse *a posteriori*, comparando la distribución “muestral” y poblacional en torno a alguna variable que esté disponible a nivel de población y que tenga interés para validar la representatividad de la “muestra” (de aquí en adelante se usa este término por razones de sencillez, aunque no se trate de una muestra obtenida mediante criterios probabilísticos). A continuación, se compara la distribución muestral y poblacional con arreglo a dos variables: definición oficial del centro y antigüedad de la organización.

Las diferencias entre población y muestra con arreglo a la distribución de centros por definición oficial son pequeñas (Tabla 1). Si se considera el nivel más elevado de la taxonomía de centros (en negrita en la tabla), se observa que la distribución de centros tecnológicos e institutos creados *ad hoc* es bastante parecida a la de población, aunque los centros en red se encuentren ligeramente sobrerrepresentados (+11 %). En todo caso, se trata de diferencias relativamente pequeñas; además, el índice de asociación que mide las diferencias entre las dos distribuciones es bajo ( $V = 0,132$ ) y no es estadísticamente significativo.

En cambio, si se observa la distribución según el nivel más detallado de la taxonomía (Tabla 1), se encuentran algunas diferencias más importantes,

al menos en las categorías menos numerosas; se trata de actores específicos (p. ej., TECNALIA, IESE, CIC, IK4, BERG), así como de institutos semiprivados, que constituyen un grupo de tamaño reducido. Aunque al pasar a un nivel más detallado el índice de asociación aumenta ( $V = 0,281$ ), este sigue sin ser estadísticamente significativo. Considerando el elevado número de categorías de la distribución se puede afirmar que estas diferencias no son demasiado importantes, aunque sugieren cierta precaución.

Pasando a examinar la representatividad en función de la antigüedad de los centros, se observa que las diferencias entre población y muestra son pequeñas, aunque esto podría depender también de la elevada dispersión de esta variable (Tabla 2). Si bien entre los centros más jóvenes la tasa de respuesta se acerca bastante al promedio, no sucede lo mismo con las dos categorías de centros más antiguos: está ligeramente sobrerrepresentada aquella relativa los centros que tienen entre dieciséis y veinte años de antigüedad, y ligeramente infrarrepresentada aquella relativa a los centros que tienen más de veinte años. En todo caso, el índice de asociación no es ni elevado ( $V = 0,187$ ) ni estadísticamente representativo.

### Variables y estrategia de análisis

En primer lugar, se pretende profundizar en el tipo de actividades desarrolladas por los centros y su relevancia, para aproximarse a la interpretación del papel que estas organizaciones desempeñan en el sistema español de innovación. El contenido del trabajo realizado en los CIC puede variar en función del tipo de actividades realizadas o del grado de finalización del conocimiento científico y tecnológico producido y difundido. Para ello se puede diferenciar entre las varias etapas del proceso de I+D en función del grado de transformación del conocimiento, empleando cuatro ítems que corresponden respectivamente a investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, comercialización y servicios. Asimismo, se puede ampliar el concepto de “I+D” para incluir otras actividades relacionadas con esta, como la formación, los servicios, la consultoría y la comercialización. Para

---

electrónico, tres recordatorios por correo postal y un seguimiento telefónico para aclarar dudas o detectar errores en los datos de contacto.

**Tabla 1.** Diferencias entre población y muestra: definición oficial.

V de Cramer=0,132 (P=0,289)	Población		Muestra		Tasa de respuesta %	Diferencias % con la tasa de respuesta total
	N	%	N	%		
V de Cramer=0,281 (P=0,147)						
<b>Centros de tecnología e innovación</b>	<b>139</b>	<b>64,4</b>	<b>82</b>	<b>64,1</b>	<b>59,0</b>	<b>-0,3</b>
FEDIT	43	19,9	21	16,4	48,8	-10,4
IK4	9	4,2	3	2,3	33,3	-25,9
TECNALIA	3	1,4	3	2,3	100,0	40,7
Microsoft Innovation Center	3	1,4	2	1,6	66,7	7,4
Otro CIT	81	37,5	53	41,4	65,4	6,2
<b>Red de Centros</b>	<b>27</b>	<b>12,5</b>	<b>19</b>	<b>14,8</b>	<b>70,4</b>	<b>11,1</b>
CIBER	9	4,2	6	4,7	66,7	7,4
IMDEA	7	3,2	4	3,1	57,1	-2,1
CIC	7	3,2	6	4,7	85,7	26,5
BERC	4	1,9	3	2,3	75,0	15,7
<b>Institutos de I+D creado ad hoc</b>	<b>50</b>	<b>23,1</b>	<b>27</b>	<b>21,1</b>	<b>54,0</b>	<b>-5,3</b>
Centro semi-público	23	10,6	16	12,5	69,6	10,3
Instituto universitario	11	5,1	6	4,7	54,5	-4,7
Centro universitario IESE	8	3,7	2	1,6	25,0	-34,3
Instituto semi-privado	8	3,7	3	2,3	37,5	-21,8
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>100,0</b>	<b>128</b>	<b>100,0</b>	<b>59,3</b>	

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

**Tabla 2.** Antigüedad entre población y muestra.

V de Cramér=0,187 (P=0,111)	Población		Muestra		Tasa de respuesta %	Diferencias % con la tasa de respuesta total
	N	%	N	%		
Entre 1 y 5 años	48	22,2	27	21,1	56,3	-3,0
Entre 6 y 10 años	64	29,6	43	33,6	67,2	7,9
Entre 11 y 15 años	41	19,0	24	18,8	58,5	-0,7
Entre 16 y 20 años	22	10,2	16	12,5	72,7	13,5
Más de 20 años	41	19,0	18	14,1	43,9	-15,4
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>100,0</b>	<b>128</b>	<b>100,0</b>	<b>59,3</b>	

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

este fin, se emplea un conjunto de ocho ítems, que incluye proyectos de I+D (se diferencia entre convocatorias públicas y contratos con empresas), formación de trabajadores o posgraduados, servicios de I+D o de gestión, comercialización y creación de empresas.

Para ambos conjuntos de ítems se emplea una escala de 1 (“nada importante”) a 5 (“muy importante”) y que incluye también al valor 0 (“no se hace”) en el caso del segundo conjunto de ítems. Se describe la puntuación promedia por cada ítem relativo a la importancia de los distintos tipos de actividades. Posteriormente, se procede a un análisis de componentes principales para todos estos ítems con la finalidad de valorar si los distintos tipos de actividades se agrupan alrededor de un conjunto menor de dimensiones con un significado teórico relevante para los objetivos de la investigación.

En base a los resultados de la I+D, la siguiente cuestión es clave: ¿hacia qué tipo de producción se orienta cada centro? Para comprenderlo, se observa cuántos centros han producido alguna vez cada tipo de resultado (con independencia del volumen de producción) a través del análisis descriptivo de su distribución de frecuencia. La producción de ciencia y tecnología puede medirse a través de métodos habituales empleados en encuestas que reflejan categorías de documentos u otros resultados tangibles. Se transforma cada indicador de producción en una variable binaria: los nuevos indicadores asumen el valor 1 si el centro ha obtenido alguna vez ese resultado, y el valor 0 en caso contrario. La pérdida de información que supone el uso de estas variables se ve compensada por la reducción de la complejidad analítica y de sesgos debidos a la percepción del entrevistado.

Para la producción científica se emplean dos conjuntos de indicadores. En el primer conjunto, formado por cuatro indicadores, tienen cabida aquellas variables relativas a la publicación de *papers* u otros escritos de tamaño reducido, como los artículos de revista o las comunicaciones a congresos, que suelen revisarse mediante procesos de *peer review* (revisión por pares). Se diferencia también entre las publicaciones en revistas científicas internacionales o indexadas (p. ej., catalogadas en

ISI-Thomson) de las otras, de alcance nacional o local. Asimismo, se diferencia entre la participación en congresos internacionales y nacionales<sup>6</sup>.

En cambio, para el caso de la producción tecnológica, se emplea un conjunto de indicadores habituales para medir el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías, por ejemplo, relativos al número de invenciones o de nuevas empresas creadas. Los indicadores son los siguientes: patentes solicitadas; otros derechos de propiedad intelectual solicitados (p. ej., algoritmos, variedades vegetales); nuevas empresas creadas, con participación en el capital; nuevas empresas apoyadas, sin participación en el capital.

Finalmente, se analizan las relaciones de comitancia entre distintos tipos de producción. En particular, se analiza la existencia de patrones de especialización productiva dentro de los CIC, mediante un análisis de componentes principales para variables categóricas (CATPCA, por sus siglas en inglés), para valorar cómo tiende a asociarse la obtención de cada resultado en relación con los otros tipos.

## ANÁLISIS DEL PAPEL DE LOS CIC EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

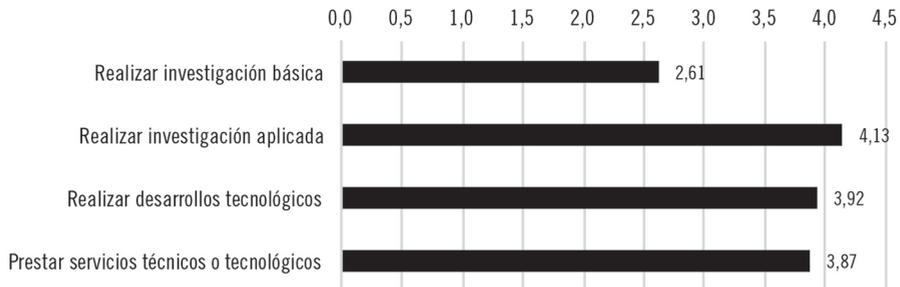
### Actividades de los centros

Los centros se orientan principalmente a la realización de investigación aplicada (Figura 2): esta actividad obtiene un promedio de 4,13. La realización de desarrollos tecnológicos y la prestación de servicios técnicos o tecnológicos aparecen como actividades de gran importancia, logrando respectivamente un promedio de 3,92 y 3,87. Sin embargo, la investigación básica es la actividad menos importante (media = 2,61), aunque presenta una dispersión algo elevada (d.t. = 1,543), que sugiere que para algunos centros sea importante. De todas formas, la mayoría de los CIC parecen

6 Es oportuno recordar cómo, en ocasiones, contabilizar ponencias a congresos que pueden acabar en publicaciones puede constituir un ejercicio de doble contabilidad, así como una sobrevaloración del “*work in progress*” existente en la organización.

**Figura 2.** Contenido de la I+D.

**Grado de importancia (1-5) de los tipos de investigación:  
medias (N=127)**



Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

orientarse hacia una investigación más aplicada, en detrimento de la investigación básica.

Ampliando el concepto de “I+D” para incluir otras actividades relacionadas con esta, se confirmaría esta tendencia, aunque con algunos matices.

La Figura 3 muestra la importancia atribuida por los entrevistados a diferentes actividades de los centros relacionadas con la I+D (en un sentido amplio) y de acuerdo con los recursos económicos destinados a cada una de ellas.

**Figura 3.** Actividades de I+D.

**Grado de importancia (1-5) de las distintas actividades de I+D+i:  
medias (N=127)**



Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

La actividad más relevante es la realización de proyectos de I+D de convocatorias públicas (media=4,29), seguida por los proyectos de I+D contratada (3,65), que se halla en segunda posición (Figura 3). A mayor distancia se sitúan la formación de trabajadores (2,87), la consultoría y los servicios tecnológicos (2,65), los servicios de gestión de I+D (2,59) y la formación de posgraduados (2,37). Las actividades menos importantes serían el uso de instalaciones o instrumental del centro (2,02), la comercialización a través de propiedades intelectuales o productos (1,96), y la creación de empresas (1,50). En resumen, el orden de importancia entre las actividades haría referencia a las siguientes dimensiones: primero, los proyectos de I+D; segundo, la formación y los servicios; tercero, la comercialización.

Estos indicadores relativos a las actividades de I+D entendida en un sentido amplio están muy correlacionados con los indicadores relativos al

contenido de la I+D definida en un sentido estricto, así como dentro de cada conjunto (véase Tabla A1, Anexo). Los resultados de un análisis de componentes principales (ACP) elaborado en conjunto sobre ambos grupos de indicadores muestran que entre ellos existen algunas interrelaciones estructurales. Se han identificado cuatro componentes principales con autovalores superiores a 1, que explican en conjunto el 64,9 % de la varianza total de las trece variables incluidas en el análisis: el primer componente explica el 19,4 % de la varianza, el segundo el 16,6 %, el tercero el 15,5 % y el cuarto el 13,3 % (véase Tabla A2, Anexo).

Las contribuciones de las variables a los componentes son bastante evidentes (Tabla 3). El primer componente recibe puntuaciones positivas por los desarrollos, la consultoría y los servicios tecnológicos, pero recibe puntuaciones negativas por la investigación básica y la formación de posgraduados. El segundo componente está positiva-

**Tabla 3.** Estructura latente relativa a la importancia de las actividades.

	Componente			
	1	2	3	4
Realizar investigación básica	-.784			
Realizar investigación aplicada		.785		
Realizar desarrollos tecnológicos	.561			
Prestar servicios técnicos o tecnológicos	.846			
Proyectos de I+D contratada. Importancia		.713		
Proyectos de I+D de convocatorias públicas. Importancia		.835		
Formación de trabajadores. Importancia				.829
Formación de posgraduados. Importancia	-.528			
Servicios de gestión de I+D+i (gestión de proyectos, asesoría legal o comercial, etc). Importancia				.579
Consultoría y servicios tecnológicos (incluyendo certificaciones, estándares, etc.). Importancia	.677			
Creación de empresas. Importancia			.866	
Comercialización (licencias de propiedad intelectual, desarrollo de producto, etc.). Importancia			.848	
Uso de instalaciones o instrumental del centro. Importancia				

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

mente relacionado con los proyectos de I+D y la investigación aplicada. El tercer componente está positivamente relacionado con la comercialización y la creación de empresas. Finalmente, el cuarto componente está positivamente relacionado con la formación de los trabajadores y los servicios de gestión de la I+D.

El primer componente correspondería a una polarización entre actividades académicas tradicionales y básicas con escaso grado de finalización del conocimiento (ciencia básica y enseñanza), en su polo negativo, y actividades con un grado medio-medio alto de finalización del conocimiento (desarrollos, consultoría, servicios; valores positivos), en su polo positivo. El segundo componente correspondería a la importancia de los proyectos de I+D, que son principalmente de carácter aplicado. El tercer componente correspondería a la comercialización de ciencia y tecnología, mientras que el cuarto a la provisión de servicios no tecnológicos, o

de carácter más técnico-profesional, relacionadas con la formación y la gestión.

### Resultados de los centros

El resultado que los centros encuestados obtienen con más frecuencia es el de las comunicaciones a congresos, tanto internacionales (75,9 %) como nacionales (73,3 %) (Figura 4). A estos le siguen las publicaciones en revistas científicas, tanto nacionales (64,7 %), como internacionales (59,5 %). En quinta posición se encuentran las patentes, que han sido solicitadas por el 55,9 % de los centros. En cambio, la producción científica de tipo monográfico no llega a ser mayoritaria: entre estas, el caso más frecuente es el de las tesis doctorales (48,3 %), seguido por los informes técnicos (44,8 %), mientras que los capítulos de libro (37,9 %) y los libros completos (28,4 %) se quedan más o menos al mismo nivel del apoyo a nuevas empresas (32 %). El resto

**Figura 4.** Producción de ciencia y tecnología.

% de centros que han obtenido el resultado (N=116)



Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

de las innovaciones tecnológicas son poco frecuentes: los centros solicitan otros tipos de propiedad intelectual solamente en un 18,1 % de los casos y la participación en el capital de nuevas empresas se da solo en el 17,6 % de los casos<sup>7</sup>.

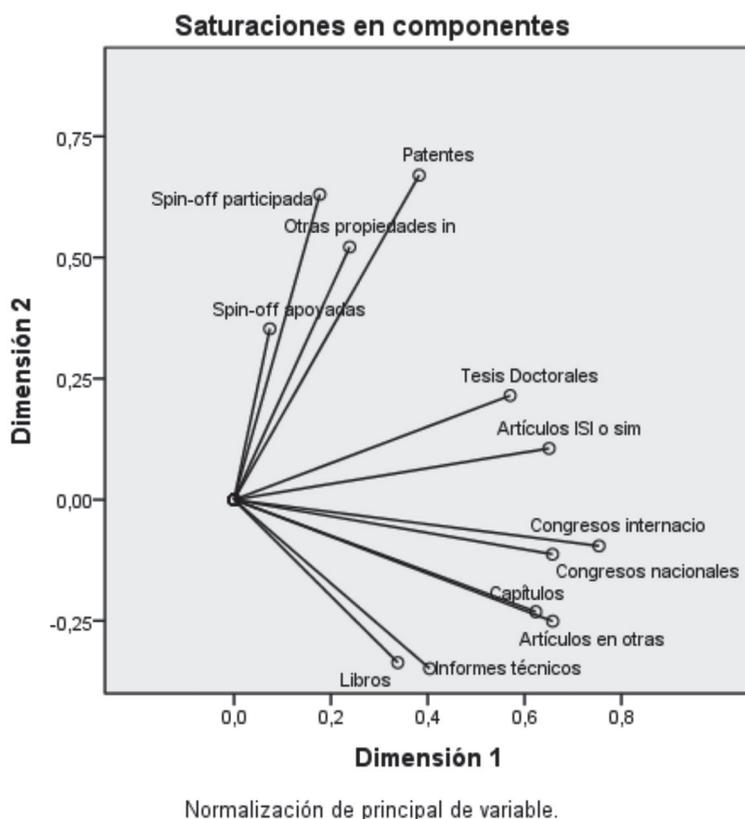
Observando los resultados parece que los centros encuestados se dedican, principalmente, a la producción de publicaciones científicas revisadas por pares, seguidas de cerca por la solicitud de patentes y la dirección de tesis doctorales. También se observa que los otros tipos de publicaciones mo-

nográficas y de innovación tecnológica son menos relevantes. En cualquier caso, estas cifras no permiten dar cuenta directamente de los patrones de especialización productiva de los centros: para esto es necesario un análisis más pormenorizado cuyos resultados se presentan a continuación.

Los resultados del CATPCA muestran que existen dos dimensiones latentes que permiten explicar casi el 40 % de la pseudovarianza total entre las variables (25,7 % el primer componente, 13,9 % el segundo), con un alfa de Cronbach total de 0,862 (véase Tabla A3, Anexo). Los datos relativos a la saturación en componentes muestran que la primera dimensión está compuesta, principalmente, por las variables relativas a artículos en revistas, comunicaciones a congresos, tesis doctorales, capítulos de libro y, aunque en mucha menor medida, libros y patentes (Figura 5). En cambio, la segunda dimen-

7 Estos resultados apenas varían entre los sectores científicos y las áreas de conocimiento a las que pertenecen los distintos centros. La única diferencia significativa entre estas se refiere a la solicitud de patentes, igual a cero para los centros que trabajan en el ámbito de las humanidades y las ciencias sociales y que es significativamente más elevada para las ingenierías y las ciencias de los materiales.

Figura 5. Dimensiones latentes de los tipos de producción: composición.



Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

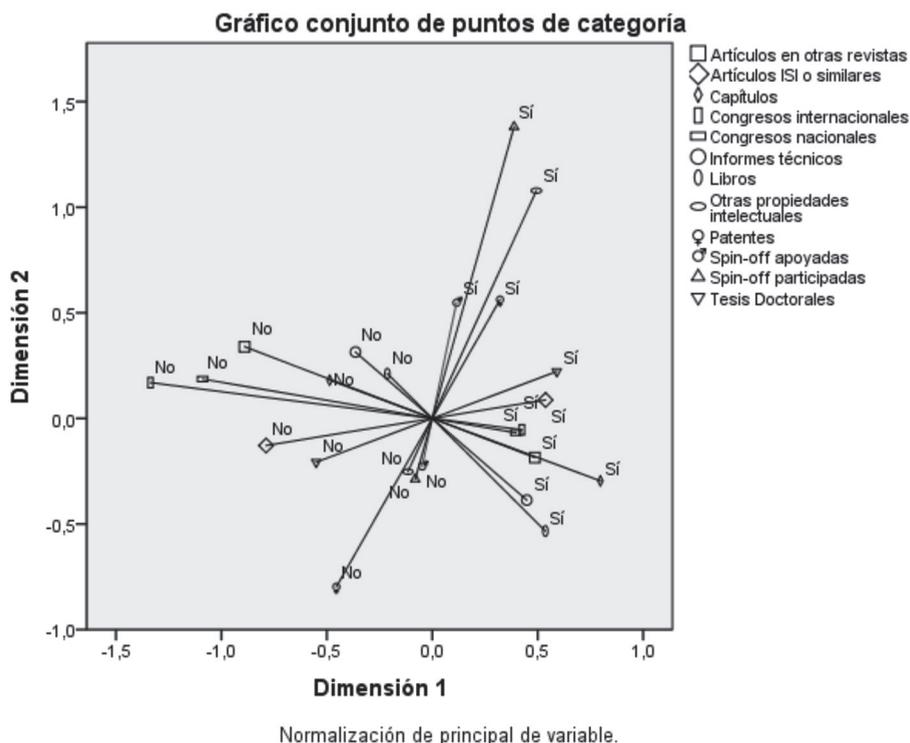
sión estaría formada principalmente por las variables relativas a las patentes, los otros derechos de propiedad intelectual, la participación en la creación de empresas y, aunque en mucha menor medida, el apoyo a nuevas empresas. En otras palabras, el primer componente representaría bastante bien la producción científica, mientras que el segundo haría lo mismo para la producción tecnológica.

El diagrama conjunto de puntos por categoría del CATPCA confirma, en parte, esta interpretación de los datos (Figura 6). El segundo componente está positivamente relacionado con la obtención de los siguientes tipos de resultados: principalmente, participación en la creación de nuevas empresas y tesis doctorales, seguidos a mayor distancia por las patentes y el apoyo a nuevas empresas. El primer componente, en cambio, está positivamente relacionado con la obtención de cualquier tipo de resultado, pero, sobre todo, con aquellos relacionados con la producción científica, como los artículos

de revistas, las tesis doctorales, los capítulos de libro, etc. Entre los indicadores de producción tecnológica, los otros derechos de propiedad intelectual guardan una relación bastante elevada con el primer componente, a diferencia de los demás.

En resumen, se pueden identificar dos grandes tendencias en la especialización productiva de los centros encuestados. La primera está formada por una orientación hacia la producción científica, donde destacan los artículos, los congresos, las tesis y los capítulos de libro. Dentro de esta especialización es frecuente también la obtención de propiedad intelectual (sobre todo, patentes). Al mismo tiempo, algunos de los centros dentro de esta orientación dedicarían también más esfuerzos a la producción de informes técnicos y libros. La segunda tendencia, en cambio, está formada por una orientación hacia la producción tecnológica, donde destacan la participación en la creación de *spin-off* y *start-up*, la generación de propiedad intelectual y, en menor

Figura 6. Dimensiones latentes de los tipos de producción: interpretación.



Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

medida, el apoyo a nuevas empresas. Entre estos centros sería también frecuente la publicación en revistas internacionales y la tutela de estudiantes de doctorado, pero no pasaría lo mismo con otros tipos de resultados científicos (Figuras 5 y 6).

## CONCLUSIONES

Este artículo ha discutido el concepto de innovación estructural y sus implicaciones para la estructura y la dinámica del sistema, como la creación o modificación de lazos sociales de distintos tipos entre agentes, o la presencia de huecos estructurales en la red de relaciones (Burt, 2015). Luego, se han descrito las nuevas tendencias relativas a las relaciones entre ciencia y empresas y las características de un tipo particular de innovación estructural, los centros de investigación colaborativa (CIC), caracterizado por una fuerte orientación investigadora y un elevado nivel de formalización e intensidad de las interacciones. El estudio se ha centrado en el análisis de los CIC en España. Se ha encontrado un número relativamente elevado de centros de investigación colaborativa en el territorio español (216 casos). El análisis de los datos relativos a la muestra de centros (128 casos) procedente de una encuesta a directores y otros responsables arroja algunos resultados interesantes, que se resumen a continuación.

Con arreglo al tipo de actividades que desempeñan los centros, los resultados del análisis muestran que se suele tratar de un tipo de I+D bastante aplicada, como muestran los indicadores relativos al contenido de la I+D realizada por los centros (Figura 1), implicando un grado medio-alto de transformación del conocimiento: el tipo de actividad más importante viene dado por los proyectos de I+D, seguido por un conjunto heterogéneo de actividades relacionadas con la formación y los servicios. La comercialización es el tipo de actividad menos relevante. También se ha visto que es posible clasificar las actividades de los centros en función de cuatro ejes, el más importante de los cuales se refiere a una polarización entre la investigación básica y la formación de posgraduados, por un lado, y la consultoría y los servicios tecnológicos, por el otro. Este eje diferenciaría entre, al menos,

dos orientaciones principales para las actividades. En otras palabras, la evidencia cuantitativa disponible sugiere que los centros se dedican principalmente a la I+D (tal y como recoge la definición de CIC) y, en particular, a actividades de investigación aplicada o desarrollo tecnológico (probablemente en sus etapas tempranas) realizadas en forma de proyectos.

En cambio, con arreglo a la orientación del trabajo de los centros, se ha visto que los resultados que obtienen con más frecuencia son publicaciones de carácter internacional, seguidas por las patentes y las tesis doctorales, mientras que las publicaciones técnicas y los otros tipos de innovaciones tecnológicas son menos frecuentes. En lo relativo a la especialización productiva de los centros, se han detectado dos grandes tendencias: una prioritaria, orientada principalmente a la generación de conocimiento codificado, como artículos, comunicaciones, tesis doctorales y patentes. Otra, secundaria, orientada a la innovación tecnológica y con un componente mayor de conocimiento tácito (otros tipos de propiedad intelectual y creación de nuevas empresas), aunque este tipo de producción generaría paralelamente algunos tipos de resultados con elevado nivel de codificación, como artículos, tesis doctorales o patentes.

En definitiva, los CIC en España se configurarían como organismos de investigación con una fuerte orientación hacia las aplicaciones y la transferencia, aunque, en muchos casos, no se dedican directamente a estas actividades. Una implicación de todo ello es que, en efecto, los CIC en este país cumplirían (entre otras) una función de conexión entre el sector público-universitario y el sector privado-productivo. Sin embargo, esta conexión se manifestaría solo indirectamente, mediante el tipo de actividades que realizan los centros y los resultados que obtienen, en lugar de participar activamente en la construcción y mantenimiento de lazos intersectoriales mediante acuerdos de comercialización, movilidad de los investigadores, o creación de empresas. Así pues, el caso español es interesante porque muestra un caso de innovación estructural entre ciencia y empresas que no opera tanto a nivel de intermediación entre actores (como los organismos de interfaz), cuanto mediante la constitución de nuevos actores que se dedican a

un conjunto de actividades (p. ej., investigación aplicada orientada a las necesidades de las empresas mediante proyectos) que los actores existentes (p. ej., universidades y empresas) realizan en menor medida.

Empleando la terminología de la sociología de las organizaciones y del enfoque de las redes sociales, los CIC españoles, en lugar de ocupar un hueco estructural (Burt, 2015), cubrirían más bien un “hueco funcional”, es decir, que desempeñarían un papel original (Flanagan y Uyarra, 2016) que podría alterar la estructura de interacción entre el sector público-universitario y el sector privado-productivo (Colyvas y Powell, 2006), aunque de forma indirecta. El concepto de hibridación entre “dominios funcionales”, anticipado por Garrett-Jones *et al.* (2013) en su estudio acerca de los CRC australianos, podría aplicarse al caso de los CIC españoles, entendido como el desempeño de una función híbrida entre la producción de conocimiento científico y el desarrollo de nuevas tecnologías a lo largo del *continuum* de la innovación (Gray, 2011).

Este resultado conlleva dos implicaciones posibles para las políticas de innovación orientadas a transformar radicalmente el sistema de relaciones entre ciencia y empresa. La primera implicación es que las innovaciones estructurales pueden ser perseguidas también de forma indirecta, promoviendo el desempeño de actividades en la frontera entre sectores institucionales. La segunda implicación es que hay políticas de innovación orientadas a favorecer la transferencia de conocimiento entre ciencia y empresas que pueden provocar consecuencias imprevistas. Por ejemplo, es posible que el papel que han asumido los CIC en España a lo largo del tiempo difiera de su papel original o de las intenciones de sus fundadores. Es posible que la intención fuera la de ocupar un hueco estructural existente entre ciencia e industria y transferir el conocimiento de manera colaborativa, pero que la existencia de un hueco funcional en el sistema (la necesidad de realizar investigación aplicada) haya modificado estas intenciones originarias. Así pues, sería recomendable que futuras investigaciones sobre este tema se centraran en analizar los objetivos y las motivaciones que subyacieron a la creación de los centros y su evolución a lo largo del tiempo. De esta manera se podría comprender si

este papel asumido por los CIC en el sistema español de innovación constituye una consecuencia no prevista de las políticas de innovación que los generaron, o más bien es el resultado de una estrategia alternativa escogida autónoma o intencionalmente por los centros con el fin de cumplir con su misión de transferir el conocimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la ayuda recibida por el Plan Nacional de I+D 2008-2011 del Ministerio de Ciencia e Innovación (ref. CSO2010-14480) y por el programa de Formación del Personal Investigador (ref. BES-2011-047258). Agradezco a los dos evaluadores anónimos por sus sugerencias y comentarios al manuscrito original. Agradezco también a Manuel Fernández-Esquinas, Juan Antonio Domínguez Álvarez, Ana Fernández-Zubieta e Inés Ándujar-Nagore por su apoyo en la recolección de los datos necesarios para el análisis. Algunas partes del presente trabajo proceden de versiones modificadas de la tesis doctoral del autor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, E., Clark, J., Jávorka, Z. (2010). *Impacts of European RTOs: A Study of Social and Economic Impacts of Research and Technology Organizations*. Brighton: Technopolis Group.
- Arnold, E., Deuten, J., van Giessel, J. F. (2004). *An international review of Competence Centre Programmes*. Brighton: Technopolis Group.
- Baba, M. (1988). Innovation in university-industry linkages: university organizations and environmental change. *Human Organization*, 47(3), 260-269.
- Boardman, C., Gray, D. (2010). The new science and engineering management: cooperative research centers as government policies, industry strategies, and organizations. *The Journal of Technology Transfer*, 35(5), 445-459.
- Boardman, C., Gray, D., Rivers, D. (2013). *Cooperative Research Centers and Technical Innovation: Government Policies, Industry Strate-*

- gies, and Organizational Dynamics*. New York: Springer.
- Bozeman, B., Dietz, J. S. (2001). Strategic research partnerships: Constructing policy-relevant indicators. *The Journal of Technology Transfer*, 26(4), 385-393.
- Burt, R. S. (2015). *Huecos estructurales: la estructura social de la competitividad*. Madrid: CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Clark, J. (2010). Coordinating a conscious geography: the role of research centers in multi-scalar innovation policy and economic development in the US and Canada. *The Journal of Technology Transfer*, 35(5), 460-474.
- Colyvas, J. A., Powell, W. W. (2006). Roads to institutionalization: The remaking of boundaries between public and private science. *Research in Organizational Behavior*, 27, 305-353.
- COTEC (2017). *Percepción social de la innovación en España* (en línea). <http://informecotec.es/percepcion-innovacion-sociedad-espana>, acceso: 24 de agosto de 2017.
- Coursey, D. H., Bozeman, B. L. (1989). A typology of industry-government laboratory cooperative research: implications for government laboratory policies and competitiveness. En A. N. Link, G. Tassej (eds.), *Cooperative Research and Development: The Industry - University - Government Relationship* (pp. 3-20). Dordrecht: Springer Netherlands.
- CREST (2009). *Industry led competence centres. Aligning academic/public research with enterprise and industry needs* (en línea). [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download\\_en/illc.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/illc.pdf), acceso: 24 de agosto de 2017.
- Dodgson, M., Hughes, A., Foster, J., Metcalfe, S. (2011). Systems thinking, market failure, and the development of innovation policy: The case of Australia. *Research Policy*, 40, 1145-1156.
- Etzkowitz, H. (2010). *The triple helix: university-industry-government innovation in action*. New York: Routledge.
- Etzkowitz, H., Kemelgor, C. (1998). The role of research centres in the collectivisation of academic science. *Minerva*, 36(3), 271-288.
- EUROSTAT (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Comunidad Europea: Tragsa.
- Fernández Esquinas, M. (2012). Hacia un programa de investigación en sociología de la innovación. *Arbor*, 188(753), 5-18.
- Fernández-Esquinas, M., Ramos-Vielba, I. (2011). Emerging forms of cross-sector collaboration in the Spanish innovation system. *Science and Public Policy*, 38(2), 135-146.
- Fernández-Zubieta, A., Andújar-Nagore, I., Giachi, S., Fernández-Esquinas, M. (2016). New Organizational Arrangements for Public-Private Research Collaboration. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(1), 80-103.
- Flanagan, K., Uyarra, E. (2016). Four dangers in innovation policy studies—and how to avoid them. *Industry and Innovation*, 23(2), 177-188.
- Garrett-Jones, S. (2007). Knowledge and cooperation for regional development: the effect of provincial and federal policy initiatives in Canada and Australia. *Prometheus*, 25(1), 31-50.
- Garrett-Jones, S., Turpin, T., Diment, K. (2013). Careers and organisational objectives: managing competing interests in cooperative research centres. En C. Boardman, D. Gray, D. Rivers (eds.), *Cooperative Research Centers and Technical Innovation: Government Policies, Industry Strategies, and Organizational Dynamics* (pp. 79-110). New York: Springer.
- Giachi, S. (2016). Organizational Innovations in the Public Science Sector: An International Comparison of Cooperative Research Programs. *European Public & Social Innovation Review*, 1(2), 73-82.
- 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.
- Gray, D. O. (2011). Cross-sector research collaboration in the USA: a national innovation system perspective. *Science and Public Policy*, 38(2), 123-133.
- Gray, D. O., Boardman, C., Rivers, D. (2013). The new science and engineering management: cooperative research centers as intermediary organizations dor government policies and industry strategies. En C. Boardman, D. Gray, D. Rivers (eds.), *Cooperative Research Centers and Technical Innovation: Government Policies,*

- Industry Strategies, and Organizational Dynamics* (pp. 3-33). New York: Springer.
- Henderson, R. M., Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30.
- Howells, J., Edler, J. (2011). Structural innovations: towards a unified perspective? *Science and Public Policy*, 38(2), 157-167.
- Innobarometer (2005), *Population Innovation Readiness* (en línea). [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_236\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_236_en.pdf), acceso: 24 de agosto de 2017.
- Jacob, M., Hellström, T., Adler, N., Norrgren, F. (2000). From sponsorship to partnership in academy-industry relations. *R&D Management*, 30(3), 255-262.
- Joly, P. B., Mangematin, V. (1996). Profile of public laboratories, industrial partnerships and organisation of R & D: the dynamics of industrial relationships in a large research organisation. *Research Policy*, 25(6), 901-922.
- Karamanos, A. G. (2012). Leveraging micro- and macro-structures of embeddedness in alliance networks for exploratory innovation in biotechnology. *R&D Management*, 42(1), 71-89.
- Lal, B., Boardman, C. (2013). International practice in cooperative research centers programs: Summary of an exploratory study of engineering-focused cooperative research centers worldwide. En C. Boardman, D. Gray, D. Rivers (eds.), *Cooperative Research Centers and Technical Innovation: Government Policies, Industry Strategies, and Organizational Dynamics* (pp. 293-307). New York: Springer.
- Larédo, P., Mustar, P. (2000). Laboratory activity profiles: An exploratory approach. *Scientometrics*, 47(3), 515-539.
- Luukkonen, T., Nedeava, M., Barré, R. (2006). Understanding the dynamics of networks of excellence. *Science and Public Policy*, 33(4), 239-252.
- Menéndez Viso, A. (2016). The hidden sociality of innovation. En J. Castro Spila, J. Echeverría, A. Unceta (eds.), *Hidden Innovation: Concepts, Sectors and Case Studies* (pp. 119-129). Donostia: SINNERGIAC Social innovation.
- Merchán Hernández, 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.
- Merchán-Hernández, C., Valmaseda-Andia, O., Fernández-Esquinas, M. (2015). The challenges of connecting science-industry in peripheral regions: researchers' attitudes and organizational and institutional features as determinants. *European Planning Studies*, 23(12), 2600-2620.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., et al. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42, 423-442.
- Perkmann, M., Walsh, K. (2007). University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-280.
- Ponomariov, B., Boardman, C. (2012). *Organizational Behavior and Human Resources Management for Public to Private Knowledge Transfer*. Paris: OECD Publishing.
- Rossi, F. (2010). The governance of university-industry knowledge transfer. *European Journal of Innovation Management*, 13(2), 155-171.
- Sanz-Menéndez, L., Cruz-Castro, E. (2005). Explaining the science and technology policies of regional governments. *Regional Studies*, 39(7), 939-954.
- Slatyer, R. O. (1994). Cooperative research centres: The concept and its implementation. *Higher Education*, 28(1), 147-158.
- Trigilia, C. (2007). *La costruzione sociale dell'innovazione: economia, società e territorio*. Florencia: Firenze University Press.
- Turpin, T., Fernández-Esquinas, M. (2011). Introduction to special issue: The policy rationale for cross-sector research collaboration and contemporary consequences. *Science and Public Policy*, 38(2), 82-86.

## NOTA BIAGRÁFICA

**Sandro Giachi** es investigador en la *Science Policy Research Unit* (SPRU) de la Universidad de Sussex, Reino Unido. Doctor en Sociología por la

Universidad de Málaga y graduado en Estadística y Metodología de las Ciencias Sociales por la Universidad de Firenze (Italia). Ha colaborado en España en dos proyectos financiados por el Plan Nacional de

I+D y ha sido becario FPI en el IESA-CSIC. Su ámbito de investigación abarca las políticas de innovación y las relaciones entre ciencia, industria y sociedad, en el cual desarrolló igualmente su tesis doctoral.

## ANEXO

**Tabla A1.** Importancia de tipo de investigación y actividades de los centros: correlaciones.

N por lista = 126		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar investigación básica	1											
2	Realizar investigación aplicada	,173	1										
3	Realizar desarrollos tecnológicos	-,254**	,283**	1									
4	Prestar servicios técnicos o tecnológicos	-,482**	,056	,535**	1								
5	Proyectos de I+D contratada	-,065	,355**	,278**	,286**	1							
6	Proyectos de I+D de convocatorias públicas	,230**	,463**	,286**	,081	,583**	1						
7	Formación de trabajadores	-,031	-,001	,214*	,250**	,042	,093	1					
8	Formación de posgraduados	,401**	-,053	-,120	-,326**	,026	,114	,224*	1				
9	Servicios de gestión de I+D+i (gestión de proyectos, asesoría legal o comercial, etc.)	,046	,169	,231**	,127	,170	,251**	,300**	,158	1			
10	Consultoría y servicios tecnológicos (incluyendo certificaciones, estándares, etc.)	-,362**	-,101	,344**	,598**	,192*	-,006	,352**	-,061	,280**	1		
11	Creación de empresas	,097	,032	,078	,014	,197*	,120	,138	,320**	,194*	,241**	1	
12	Comercialización (licencias de propiedad intelectual, desarrollo de producto, etc.)	,095	-,010	,169	,093	,263**	,159	,083	,207*	,312**	,274**	,610**	1
13	Uso de instalaciones o instrumental del centro	,268**	,160	,100	,022	,071	,134	,165	,213*	,220*	,198*	,425**	,204*

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

**Tabla A2.** Importancia de tipos de investigación y otras actividades: varianza explicada (ACP).

Componente	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.142	24,170	24,170	2.521	19,395	19,395
2	2.392	18,403	42,574	2.162	16,631	36,026
3	1.770	13,618	56,191	2.015	15,502	51,528
4	1.126	8,662	64,853	1.732	13,325	64,853
5	.895	6,883	71,736			
6	.753	5,792	77,529			
7	.624	4,798	82,327			
8	.523	4,024	86,350			
9	.500	3,849	90,199			
10	.419	3,226	93,425			
11	.325	2,500	95,924			
12	.281	2,161	98,085			
13	.249	1,915	100,000			

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.

**Tabla A3.** Producción de ciencia y tecnología de los centros: resumen (CATPCA).

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	% de la varianza
1	.738	3.088	25,735
2	.439	1.672	13,935
<b>Total</b>	<b>.862</b>	<b>4.760</b>	<b>39,670</b>

Fuente: encuesta a centros de investigación (ES/CRC 2012), elaboración propia.