udima
UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID

La implantación en España de un enfoque brain gain o de ganancia de cerebros científicos como instrumento de atracción del conocimiento investigador (IBGE).

The implementation in Spain of a brain gain movement as an instrument for attracting research knowledge (IBGE).

Pedro Aceituno Aceituno
Sonia Janeth Romero Martínez
Patricia Víctor Ponce
José García Núñez

MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
SECRETARÍA GENERAL DE INMIGRACIÓN Y EMIGRACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE MIGRACIONES

Ediciones CEF.-

udima
UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID

MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

SECRETARÍA GENERAL DE INMIGRACIÓN Y EMIGRACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE MIGRACIONES

La implantación en España de un enfoque brain gain o de ganancia de cerebros científicos como instrumento de atracción del conocimiento investigador (IBGE).

Pedro Aceituno Aceituno
Sonia Janeth Romero Martínez
Patricia Víctor Ponce
José García Núñez

CEF.-

Esta obra es fruto del análisis y de los estudios, estrictamente personales, del autor.

Los comentarios que se efectúan a lo largo de este libro constituyen la opinión personal del autor. El autor no aceptará responsabilidades por las eventualidades en que puedan incurrir las personas o entidades que actúen o dejen de actuar como consecuencia de las opiniones, interpretaciones e informaciones contenidas en este libro.

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)»

© Edita: CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS
Imprime: COYVE, S.A.
I.S.B.N.: 978-84-454-2565-7
Depósito Legal: M. 16.723-2014

SUMARIO/CONTENTS

PÁGINA

Versión en español

Nómina de autores 9

Agradecimientos 11

Prólogo 15
Eduardo Bueno Campos

PRIMERA PARTE

Capítulo 1. La implantación en España de un enfoque brain gain o de ganancia de cerebros científicos como instrumento de atracción del conocimiento investigador (IBGE) 23
Pedro Aceituno Aceituno, Sonia Janeth Romero Martínez, Patricia Víctor Ponce y José García Núñez

SEGUNDA PARTE

Capítulo 2. La movilidad científica: caracterizaciones y políticas. Nuevas perspectivas 55
Inés Andújar Nagore

Capítulo 3. ¿Es posible investigar en España? 65
Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

Capítulo 4. Una experiencia científica en el exterior. Investigar en los Estados Unidos 73
José Joaquín Escudero Garzás

Capítulo 5. Apoyo a la movilidad de los investigadores 83
Cecilia Cabello Valdés

Capítulo 6. Divulgación y comunicación de la ciencia al servicio del brain gain. www.madrimasd.org, una plataforma de encuentro y diálogo abierta a todos 91
Teresa Barbado Salmerón y Consuelo Serrano Murias

Capítulo 7. Transformando la fuga en captación de cerebros mediante el asocianismo científico en el exterior 101
Lorenzo Melchor

Capítulo 8. Liderazgo industrial y su relación con la movilidad científica 111
Julio Sánchez Chóliz

Capítulo 9. Sistemas de innovación. Una propuesta académica para la praxis 123
Carlos Bousoño Calzón

Conclusiones 133

Índice sistemático 261

PAGE

Versión en inglés

List of authors 139

Acknowledgements 141

Prologue 145
Eduardo Bueno Campos

FIRST PART

Chapter 1. The implementation in Spain of a brain gain movement as an instrument for attracting research knowledge (IBGE) 153
Pedro Aceituno Aceituno, Sonia Janeth Romero Martínez, Patricia Víctor Ponce and José García Núñez

SECOND PART

Chapter 2. Scientist mobility: characterisations and policies. New approaches 183
Inés Andújar Nagore

Chapter 3. Is research possible in Spain? 193
Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

Chapter 4. A scientific experience abroad. Research in the United States 201
José Joaquín Escudero Garzás

Chapter 5. Mobility support for researchers 211
Cecilia Cabello Valdés

Chapter 6. Dissemination and communication of science to the brain gain service. www.madrimasd.org, a meeting and discussion platform open to all 217
Teresa Barbado Salmerón y Consuelo Serrano Murias

Chapter 7. Transforming brain drain into brain gain via scientific associationism abroad 227
Lorenzo Melchor

Chapter 8. Industrial leadership and its relation to scientist mobility 237
Julio Sánchez Chóliz

Chapter 9. Innovation systems. An academic proposal for praxis 249
Carlos Bousoño Calzón

Conclusions 257

Systematic index 265

NÓMINA DE AUTORES

ACEITUNO ACEITUNO, PEDRO (Capítulo 1)

Investigador principal. Profesor de Creación, Gestión y Organización de Empresas. Udima.

ANDÚJAR NAGORE, INÉS (Capítulo 2)

Investigadora IESA-CSIC (Instituto de Estudios Sociales Avanzados-Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

BARBADO SALMERÓN, TERESA (Capítulo 6)

Directora del Área de Información Científica. Fundación para el Conocimiento madri+d.

BOUSOÑO CALZÓN, CARLOS (Capítulo 9)

Profesor titular de universidad. Departamento de la Teoría de la Señal y Comunicaciones. Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III

BUENO CAMPOS, EDUARDO (Prólogo)

Virrector de investigación. Udima

CABELLO VALDÉS, CECILIA (Capítulo 5)

Directora de operaciones. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

CONTRERAS BECERRA, JAVIER (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

ESCUDERO GARZÁS, JOSÉ JOAQUÍN (Capítulo 4)

Profesor ayudante doctor. Departamento de la Teoría de la Señal y Comunicaciones. Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III

FERNÁNDEZ CASTILLO, NOELIA (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, MIGUEL ÁNGEL (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

GARCÍA NÚÑEZ, JOSÉ (Capítulo 1)

Profesor del Área de Finanzas. Udima

HUERTAS PENELA, ROSA MARÍA (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

MELCHOR, LORENZO (Capítulo 7)

Investigador posdoctoral en el Insitute of Cancer Research (ICR). Londres, Reino Unido.
Presidente de la Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido (CERU).

MUÑOZ FÉLIX, JOSÉ MANUEL (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

NAVAS-PAREJO GARCÍA, PILAR (Capítulo 3)

Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios

ROMERO MARTÍNEZ, SONIA JANETH (Capítulo 1)

Profesora del Grado en Psicología. Udima

SERRANO MURIAS, CONSUELO (Capítulo 6)

Responsable de comunicación. Fundación para el Conocimiento madri+d.

SÁNCHEZ CHÓLIZ, JULIO (Capítulo 8)

Catedrático de universidad. Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza

VÍCTOR PONCE, PATRICIA (Capítulo 1)

Profesora del Área de Contabilidad. Udima

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pretende conocer el nivel de enfoque *brain gain,* o de ganancia de cerebros científicos de la movilidad científica española, para ayudar a mantener e incrementar el contacto y la cooperación con los investigadores nacionales y sus países de destino, como punto de partida para la generación de políticas apropiadas de atracción del conocimiento científico nacional e internacional. Con esta idea, se trata de buscar puntos de unión entre los agentes del sistema nacional de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), que impulsen medidas que mejoren la competitividad española mediante el fortalecimiento de dicho sistema.

Para ello, se ha articulado un estudio dividido en dos partes fundamentales. En la primera de ellas, se presentan los resultados y las conclusiones de la investigación realizada, en la que se ha recopilado la opinión que tienen los científicos españoles en el exterior en relación con diversos aspectos relativos tanto al *brain gain* como a la retención y la atracción del conocimiento científico. Los diversos bloques que componen esta primera parte son los siguientes: introducción, metodología y datos de clasificación, resultados del estudio en sus diferentes apartados (decisión de marcharse, colaboración nacional e internacional e intenciones de regreso) y conclusiones.

En la segunda parte del trabajo, se ha solicitado también la opinión de una serie de expertos que han enriquecido el mismo con los siguientes aspectos: base conceptual de la movilidad científica, situación actual y perspectivas ante una posible emigración de un colectivo fuertemente susceptible de llevarla a cabo como es el de los jóvenes investigadores que trabajan en España, experiencia de un investigador español en un sistema de

I+D+i tan competitivo como el de los Estados Unidos, servicios y actividades a prestar por plataformas pertenecientes a las Administraciones públicas para generar vínculos con los investigadores españoles en el exterior, posibilidades que ofrecen las nuevas sociedades de científicos españoles en el exterior de cara a ayudar en la captación de investigadores nacionales y propuestas relacionadas con el entorno empresarial y la innovación.

Previamente a la exposición del contenido del estudio, resulta preciso agradecer el papel decisivo que han jugado diversas instituciones y personas para que este trabajo pueda ver la luz. En primer lugar se agradece el apoyo y la financiación concedida a este trabajo de investigación por la Dirección General de Migraciones del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, a través de su Programa de Proyectos e Investigación de la Orden ESS/1613/2012, de 19 de julio.

Igualmente se muestran agradecimientos a la Universidad a Distancia de Madrid (Udima) por todos los recursos económicos, materiales y humanos dispuestos para efectuar este estudio y muy especialmente a don Roque de la Heras Miguel, presidente de la Udima, y a don Arturo de las Heras García, director general de la Udima, por el apoyo mostrado desde el año 2005 hasta la actualidad al informe INNOVACEF de movilidad científica española, base de la presente investigación que ha cristalizado en este estudio, y que se tratará de ampliar en el futuro.

Dentro de la Udima, merecen también agradecimientos especiales por su excelente y fundamental apoyo administrativo, el gerente don Álvaro Porta de las Heras, la directora del Instituto de I+D+i doña Ana Landeta Etxeberría, el jefe del departamento económico don Faustino Oliva Mayo, don Carlos Guitián, don Juan Carmona de la Rosa, doña Guiomar Bermejo Sánchez, don Lucas Sánchez Fernández y doña Laura Ruiz Palomino.

También es necesario reconocer la labor de todas las personas que ha realizado aportaciones a esta obra como don Eduardo Bueno Campos, doña Inés Andújar Nagore, doña Pilar Navas-Parejo García, doña Rosa María Huertas Penela, don Javier Contreras Becerra, don José Manuel Muñoz Félix, don Miguel Ángel Fernández Rodríguez, doña Noelia Fernández Castillo, don José Joaquín Escudero-Garzás, doña Cecilia Cabello Valdés, don Lorenzo Melchor, doña Teresa Barbado Salmerón, doña Consuelo Serrano Murias, don Julio Sánchez Chóliz y don Carlos Bousoño Calzón.

Este reconocimiento también se tiene que hacer extensible a todas las instituciones que han ayudado en la difusión y promoción del cuestionario para su respuesta como han sido la Comunidad de Científicos Españoles en el Reino Unido (CERU) y la Sociedad de Científicos Españoles en la República Federal de Alemania (CERFA), con sus presidentes don Lorenzo Melchor Fernández y don Raúl Delgado Morales, a la cabeza, como fieles exponentes de una cultura y un espíritu de colaboración dignos de ser imitados.

En este sentido, igualmente es preciso agradecer la labor en la difusión de la encuesta de los profesores y del personal de gestión académica de la Udima y del CEF.-, y también la de todos aquellos investigadores anónimos que han remitido la encuesta a otros compañeros para que su opinión también pueda ser conocida.

Para todos ellos y también para todos aquellos científicos españoles que han contestado al cuestionario desde cualquier país del mundo, el mayor de los agradecimientos, porque sin su tiempo y su dedicación este trabajo no podría haberse realizado.

Por último agradecer a doña Sonia Janeth Romero Martínez, doña Patricia Víctor Ponce y don José García Nuñez, como componentes de este equipo de investigación, el apoyo, el esfuerzo, la dedicación y la gran labor realizada en este trabajo y en todo su quehacer diario en nuestra Universidad.

En Madrid, a 17 de junio de 2014

Pedro Aceituno Aceituno
Investigador principal del Proyecto IBGE

PRÓLOGO

El siglo XX ha dejado una importante herencia científica y tecnológica a la sociedad del milenio actual. Una época de gran trascendencia para la historia de la humanidad, para la ciencia, para la técnica y, en suma, para la sociedad y su sistema económico. En lógica evolutiva el siglo XXI ha tomado el testigo y aceptado el reto del siglo precedente que, como proponen los historiadores de la ciencia, ha sido bautizado como «el de la ciencia».

Durante las once décadas anteriores la ciencia, la técnica y la sociedad han caminado en armonía en ciertos momentos pero, las más de las veces, lo han hecho de forma disjunta, con secuencias diacrónicas y con ausencia de sincronía en sus procesos evolutivos, cuestiones que provocaron determinados conflictos, incertidumbres sociales y crisis socioeconómicas en las sociedades que han configurado nuestro tiempo. De cualquier forma ha sido una época en la que el conocimiento tecnocientífico ha sido la estrella, se ha convertido en la clave del arco que ha construido la bóveda de los avances científicos y técnicos del siglo XX y del presente; de modo que este conjunto de saberes contrastados y presuntamente ciertos (si se sigue aceptando la definición de conocimiento según el Análisis Fundamental actual de la filosofía y sociología de la ciencia, basada en la propuesta que hizo en su momento Platón como creencia verdadera justificada) han definido a la sociedad moderna como «del conocimiento».

En esta transformación de la sociedad, hay que recordar el proceso de globalización producido en la misma, en la que la economía y sus mercados han sido los protagonistas en las últimas décadas del siglo XX y primera del actual, debido en gran medida al impacto singular del desarrollo tecnológico y, sobre todo, a las tecnologías de la infor-

mación y la comunicación (TIC), lo que ha provocado un conjunto de convergencias de toda naturaleza entre los agentes sociales que en este momento componen el sistema socioeconómico global, tanto en lo que hace referencia a su estructura como a su comportamiento, así como a la movilidad entre sus subsistemas o componentes regionales y nacionales, como se comentará más adelante. Dinámica que ha provocado la construcción de la «sociedad red», el desarrollo de las «redes sociales» y, en suma, la presencia de la llamada «era de los intangibles» o de la «sociedad de la información», tal y como viene siendo denominada la citada transformación social.

En consecuencia, retomando estas propuestas nominativas hay que recordar que en los albores de la centuria anterior surge el concepto de sociedad de la información o de la «sociedad red», como antes ha sido referido, expresión que valoriza aquella como recurso o factor crítico en los procesos de transformación económica y en el comportamiento de los agentes que integran la sociedad actual, la cual funciona de manera más global e interdependiente entre los agentes que componen los espacios del sistema, en relación con tiempos pretéritos. Dicha transformación se ha ido apoyando en el papel dinamizador de la ciencia y de la tecnología, en suma, en el avance del conocimiento tecnocientífico a lo largo del siglo XX, lo que ha permitido poner los pilares de una nueva sociedad y una nueva economía que se vienen definiendo como del conocimiento, es decir, una economía basada en este como recurso y capacidad, creador de valor económico y que el sistema global reconoce. Factor de producción de naturaleza intangible y de carácter intelectual que propuso en 1890 el economista inglés, profesor de la Universidad de Cambridge, Alfred Marshall, como el más importante (encarnado en las personas) para el desarrollo económico en combinación con los tres factores tradicionales (tierra, trabajo y capital), dado que el mismo se pone en acción en el seno de la organización de la mano y función del empresario. Propuesta que tuvo que pasar bastantes décadas hasta que la misma comenzara a tomar cuerpo y a proyectarse en el cambio socioeconómico antes aludido, gracias a la relación «virtuosa» y «sinérgica» entre ciencia y tecnológica y entre globalización y competencia, que ha protagonizado la nueva «era de los intangibles» como han propugnado, entre otros, Bell (1973) con su sociedad posindustrial y Drucker (1993) con su sociedad poscapitalista.

En definitiva, la llamada «era de los intangibles» o nueva sociedad y economía basadas en el conocimiento configuran el nacimiento de una época en la que los conceptos más importantes en que se viene apoyando el devenir del sistema socioeconómico, todos ellos interrelacionados, son de naturaleza intangible, tales como: datos, información y conocimiento; competencias, capacidades y talento; calidad, confianza e inclusive innovación, entre otros; presentando todos un carácter intelectual o derivados de la puesta en acción del conocimiento humano, a nivel individual o a nivel colectivo o grupal, en sus vertientes científicas y técnicas y, en suma, propios de la inteligencia en las diferentes

escalas o proposiciones cognitivas en las que la misma se puede manifestar. Siendo en este punto de destacar la importancia que en estos momentos tiene el estudio de la movilidad y conectividad internacional de los científicos en los procesos de transferencia, y globalización y competencia en las sociedades y economías regionales y nacionales basadas en conocimiento. Situación que permite el enfoque conocido por la expresión *brain gain*, por el que los países de origen pueden continuar aprovechando el conocimiento de sus investigadores en el exterior, mediante la colaboración con científicos locales a través del uso de las TIC, lo que tiene especial importancia para el desarrollo y competitividad de los sistemas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) o de ciencia, tecnología y sociedad en la economía actual.

Siguiendo con la citada relación dinamizadora entre ciencia y tecnología, se ha hecho evidente la transformación de la sociedad y de su economía, construyéndose la nueva era o la nueva sociedad especialmente en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y en los últimos años en los países emergentes o BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudráfica), amén de en otros países latinoamericanos y de Asia oriental. En este sentido, recuerda Castells (2000) que el impacto en las sociedades de las TIC ha definido la «era digital» o la «sociedad red»; consecuencia del conjunto de procesos sincrónicos y diacrónicos que subyacen en las relaciones entre la sociedad, la ciencia y la técnica, necesarias para crear las capacidades sociales para abordar la demanda tecnológica del presente y del futuro.

Dicha dinámica, se insiste, se concreta como evidencia histórica y génesis de los cambios socioeconómicos manifestados, con el comienzo de la «era internet» el 28 de febrero de 1990, cuando se clausura el proyecto Arpanet (Advanced Research Projects Agency) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, creado el 1 de septiembre de 1969, e integrando la primera red de ordenadores, gracias a la tecnología digital y a la pura lógica reticular, con cuatro nodos colaboradores con dicho departamento y establecidos en la Universidad de California en Los Ángeles, en el Standford Research Institute, en la Universidad de California en Santa Bárbara y en la Universidad de Utah. En consecuencia, el nacimiento de la «red de redes», prolegómeno del actual desarrollo de las redes sociales, ha provocado una nueva forma de actuar y de entender los cambios sociales y económicos que conforman la «sociedad red» y su paso a la sociedad del conocimiento.

Esta nueva sociedad, como es evidenciada por la tozudez de los hechos, ha alterado las formas de producción y de intercambio de bienes y servicios, así como el tipo de relaciones humanas cuantitativa y cualitativamente. Transformación que se matiza según los caracteres de las naciones, su cultura científica, su nivel de desarrollo económico y tecnológico, junto al funcionamiento de su Sistema Nacional de Innovación y

de su economía de mercado. Nuevas relaciones de base electrónica y conectadas en la «nube» que manifiestan determinadas convergencias, reforzadas por el nacimiento de las infraestructuras y superestructuras más adecuadas. Todo lo cual ha ido dando lugar al uso de las expresiones definidoras de su nuevo significado, tales como, entre otras: *e-commerce, e-governance, e-learning* o, en suma, e-actividades.

Dichas convergencias en el nacimiento de la «sociedad de la información» y en su tránsito hacia la «del conocimiento» pueden sintetizarse, de alguna forma, partiendo de lo indicado inicialmente por Kelly (1998), en las que siguen:

- **Convergencia tecnológica o digital**, debida a la naturaleza y papel de las TIC, redes sociales y plataformas de comunicaciones.
- **Convergencia económica, sectorial y empresarial**, provocada por el efecto transversal de sistemas, tecnologías y estrategias.
- **Convergencia financiera**, consecuencia de la mayor interdependencia electrónica de los mercados de capitales.
- **Convergencia institucional y reguladora**, producida por la armonización internacional y mejores prácticas de los códigos de buen gobierno y de conducta.
- **Convergencia política**, concretada por los proceso de *e-governance*.
- **Convergencia científica**, resultante de las relaciones interdisciplinares y de conectividad entre los científicos a través de la web y la web 2.0, junto a sus nuevos desarrollos.
- **Convergencia cultural**, consecuente con la interdependencia e integración de valores y conductas de la mano de las redes sociales.
- **Convergencia ecológica**, derivada de la mayor sensibilidad y solidaridad medioambiental, que dichas redes y comportamientos facilitan sobre el papel que juega el bioma y la biodiversidad.

En suma, la citada evolución natural de la sociedad de la información hacia la del conocimiento sigue representando un reto para las primeras décadas del presente siglo, tanto en sus aspectos tecnológicos, como en los socioculturales y económicos, con el fin de aprender a armonizar las relaciones «virtuosas y sinérgicas» entre la ciencia, la técnica y la sociedad, en evitación del surgimiento de «burbujas» que provoquen las situaciones de crisis económicas y sociales como la que se sigue atravesando en unos u otros confines de nuestro planeta.

En estas convergencias y dinámicas, desde una perspectiva evolutiva, de los sistemas sociales de nuestro tiempo, parece de importancia capital que las políticas de captación, retención y motivación de los «trabajadores del conocimiento», según la expresión de Drucker (1993), se vienen convirtiendo en un asunto de interés para evaluar la reputación y competitividad de los sistemas regionales y nacionales de I+D+i en el actual concierto de las naciones en una economía basada en el conocimiento. Planteamiento estratégico que puede facilitar la creación y mejor gobierno de un modelo económico de producción más sostenible.

Finalmente, una vez expuestos los argumentos explicativos y justificadores de la génesis y desarrollo de la sociedad del conocimiento y siguiendo ideas del autor austriaco antes mencionado Peter Drucker, fallecido el 11 de noviembre de 2005 en los Estados Unidos a la edad de 96 años (posiblemente el economista e intelectual que con mayor claridad ha expuesto las dimensiones sistémicas y el futuro de la sociedad del conocimiento y, en consecuencia, de su economía), se proponen a continuación las tres características más relevantes de aquella y que van a facilitar también la caracterización de la economía basada en el conocimiento (Drucker, 2001):

- Una sociedad sin fronteras, debido a que el conocimiento se difunde y puede circular con menor esfuerzo que el dinero gracias a las tecnologías actuales de la «red».
- Una sociedad con movilidad ascendente debido a que el conocimiento puede ser adquirido fácilmente por todos a través del sistema educativo y de sus procesos de *e-learning*.
- Una sociedad en la que el potencial del fracaso es igual que el del éxito. Todos podemos adquirir los medios de producción necesarios, por ejemplo, el conocimiento requerido para el desempeño de determinada tarea o trabajo, pero no todos pueden vencer o ganar si no tienen el talento y las capacidades necesarias.

Con esta argumentación, se pueden presentar los rasgos fundamentales de la economía basada en el conocimiento, como se procede a continuación:

- La economía del conocimiento está integrada por empresas, organizaciones y trabajadores «intelectuales» o sujetos de conocimiento, es decir, que adquieren, incorporan, crean, difunden, intercambian, memorizan, aprenden, consumen y reutilizan conocimientos propios y ajenos. En suma, son agentes sociales que actúan y trabajan con el intelecto. Según las últimas estadísticas de la OCDE, así desempeña sus tareas 9 de cada 10 trabajadores de sus países miembros.

- Los productos actuales que protagonizan las transacciones básicas en los mercados son fundamentalmente desarrollos y aplicaciones tecnocientíficas, por lo que su valor principal, en términos de coste, se relaciona con el factor de producción de conocimiento, de naturaleza intangible y característica intelectual.
- La economía del conocimiento se basa, en suma, en la consideración y utilización del mismo, tanto como recurso, como observado en su perspectiva de capacidad o de competencia (capacidad dinámica, que pone en unión y evolución al resto de recursos y capacidades), como un «activo empresarial» valioso o crítico, por lo que la integración de los diferentes activos intelectuales identificados en la organización o en la empresa, de naturaleza intangible, se ha definido por el concepto de capital intelectual.
- Finalmente, la economía del conocimiento representa el nuevo modo de producción y de intercambio de bienes y servicios basados en el mismo, es decir, en que el valor con que estos se expresan tienen su explicación en la medida de la inversión efectuada en términos de capital intelectual, según sus diferentes componentes, tal y como se recogen en el Modelo Intellectus (2012) de dicho capital intangible (Capital Humano, Capital Organizacional, Capital Tecnológico, Capital Negocio, Capital Social y Capital de Emprendimiento e Innovación).

En definitiva, los caracteres descritos vienen demandando nuevas formas de gobierno de la empresa y muy especial del conocimiento existente en la misma para responder al reto que se plantean en estos próximos años en la sociedad y en su sistema económico, sea cual sea el agente social de referencia en el actual proceso de globalización que protagoniza la «sociedad red», en la que el mayor esfuerzo en I+D+i y el desarrollo de políticas como el *brain gain* y otras representan el proceso estratégico más adecuado para lograr la competencia tecnocientífica en la economía global de nuestro tiempo.

Eduardo Bueno Campos
Vicerrector de Investigación
Universidad a Distancia de Madrid (Udima)

PRIMERA PARTE

- **Capítulo 1.** La implantación en España de un enfoque brain gain o de ganancia de cerebros científicos como instrumentos de atracción del conocimiento investigador (IBGE)

CAPÍTULO

1

LA IMPLANTACIÓN EN ESPAÑA DE UN ENFOQUE BRAIN GAIN O DE GANANCIA DE CEREBROS CIENTÍFICOS COMO INSTRUMENTO DE ATRACCIÓN DEL CONOCIMIENTO INVESTIGADOR (IBGE)

Pedro Aceituno Aceituno
Sonia Janeth Romero Martínez
Patricia Víctor Ponce
José García Núñez

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
   3.1. Decisión de marcharse
   3.2. Colaboración internacional y nacional
   3.3. Intenciones de regreso
4. Conclusiones

Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

En Gran Bretaña en el año 1963, la Royal Society definió al fenómeno denominado *brain drain* (fuga de cerebros) como la emigración de científicos británicos a los Estados Unidos de América, lo que perjudicada gravemente a la economía del Reino Unido, pasando posteriormente este concepto a definir también las emigraciones de académicos y profesionales de los países del Tercer Mundo. Debido a este abandono del país de origen, los recursos dispuestos para la formación de los investigadores nacionales fueron aprovechados por los países más desarrollados, dando lugar a una injusta ayuda tecnológica de los países menos favorecidos económicamente hacia los más poderosos (Brandi, 2006).

De acuerdo con Gordon (2007), estos estudios fueron continuados a finales de los años 80 y comienzos de los 90 con una nueva orientación denominada *brain gain, brain mobility* o *diaspora option* (ganancia de cerebros), por la que se entiende que los científicos nacionales que realizan ciencia en otro país no suponen una pérdida definitiva, sino que son profesionales que están mejor cualificados que si hubieran continuado en el país de origen y cuyo potencial puede ser aprovechado mediante el uso de redes con los científicos locales, todo lo cual se encuentra favorecido por la aparición y la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Entre las ventajas más destacables del enfoque *brain gain*, cabe resaltar que resulta bastante económico para el país de origen y que facilita que los científicos en el exterior puedan aportar beneficios a sus sociedades nacionales sin perder sus puestos de trabajo en el exterior (Zweig y Siu, 2004).

Un país sobre el que se podría aplicar un enfoque de este tipo podría ser España, ya que a pesar de las medidas puestas en marcha para atraer a investigadores, no ofrece un balance adecuado en términos de movilidad científica, de acuerdo a los escasos datos oficiales existentes. Entre estas medidas puestas en marcha se encuentran los contratos de reincorporación de mediados de la década de los 90 (Asociación Nacional de Investigadores Ramón y Cajal, ANIRC, 2004), el Programa Ramón y Cajal de comienzos de la década pasada (Subdirección General de Formación y Movilidad del Personal Investigador del Ministerio de Ciencia y Tecnología, MYCT, 2003) y el más moderno Programa I3 de Incentivación de la Incorporación e Intensificación de la Actividad Investigadora (Ministerio de Educación y Ciencia, MEC, 2006).

En relación con el balance de movilidad científica, España únicamente ha atraído con el Programa Ramón y Cajal a 716 científicos nacionales y a 150 investigadores extranjeros, de acuerdo a las últimas cifras pertenecientes al año 2008 proporcionadas por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Díaz, 2009), pudiendo existir en la actualidad 10.777 científicos españoles realizando labores en el exterior, si se tiene en cuenta el último porcentaje de españoles altamente cualificados que están trabajando en el extranjero, situado en menos de un 5 % (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, 2009), y se multiplica dicho porcentaje por la última cifra conocida de 215.544 investigadores españoles que efectuan actividades científicas en España (Instituto Nacional de Estadística, INE, 2014a).

Como se puede observar, son escasas y no excesivamente recientes las cifras oficiales existentes, pero en cualquier caso son indicativas de que el balance de movilidad investigadora español no es excesivamente positivo. Esta afirmación puede encontrar apoyo en los datos extraídos de los informes INNOVACEF para los años 2010-2013 (Aceituno, Campanario y Burgos, 2010-2013). A la vista de los citados datos, entre el 60 y el 80 % de los jóvenes investigadores que trabajan en España consideran que son altas sus posibilidades de marcharse al exterior. Esta cifra podría ser considerada como positiva si se produjera dentro de un contexto de mantenimiento adecuado de los vínculos con las instituciones españolas de origen, y con el objeto por ejemplo de aumentar su formación o establecer nuevas redes de colaboración con científicos y centros de investigación de prestigio internacional (enfoque *brain gain*), pero es bastante probable que esta marcha se convierta en una salida con escasas posibilidades de retorno si se tienen en cuenta los escasos niveles de confianza que despierta el sistema nacional de I+D+i en estos jóvenes investigadores que trabajan en España, que de acuerdo al informe INNOVACEF (Aceituno, Campanario y Burgos, 2006-2013), suele oscilar entre el 39-43 %, muy inferior a la confianza de los científicos españoles en el exterior (57-63 %), según las cifras de este mismo informe.

En el otro lado de la balanza, solamente entre el 20 y el 40 % de los científicos españoles en el exterior consideran altas sus perspectivas de regresar dentro de un horizonte temporal cercano. Para el resto de los científicos españoles en el exterior, las posibilidades de retorno son prácticamente inexistentes, pues estos investigadores buscarán otra oportunidad en el extranjero cuando concluyan su actual relación laboral, tienen varias ofertas de trabajo en el exterior o las condiciones profesionales y personales en su trabajo en el extranjero son tan inmejorables, que impiden su regreso al sistema nacional de I+D+i, lo que al igual que el resto de cifras expuestas en estos resultados, es un indicador de las dificultades del sistema nacional de I+D+i para retener y atraer al conocimiento científico.

Además, para España, una retención y atracción de sus propios científicos podría probablemente mejorar su competitividad, pues si se pudiera conseguir un mejor balance

de movilidad investigadora, podría estar en mejor disposición para ascender a posiciones más relevantes dentro de la competitividad mundial, dado que de acuerdo al Índice de Competitividad Global (World Economic Forum, WEF, 2014), la posición española se ha situado en los puestos 36 y 35 en las dos últimas clasificaciones.

Por todo lo expuesto anteriormente, resulta interesante realizar un estudio que permita conocer el nivel de enfoque *brain gain* que posee la movilidad científica española, para mantener y, en su caso, incrementar el contacto y la colaboración con los científicos nacionales, como paso previo a la articulación de políticas generadoras de una adecuada atracción del conocimiento científico nacional e internacional.

2. METODOLOGÍA

Para cumplir con estos objetivos, la metodología ha consistido en la elaboración de una encuesta *on-line* dirigida a los científicos españoles en el exterior, cuya ficha técnica (véase tabla 1), datos de clasificación y apartados que la componen se exponen seguidamente.

Tabla 1. **Ficha técnica de la encuesta realizada a los científicos españoles que realizan su actividad en el exterior**

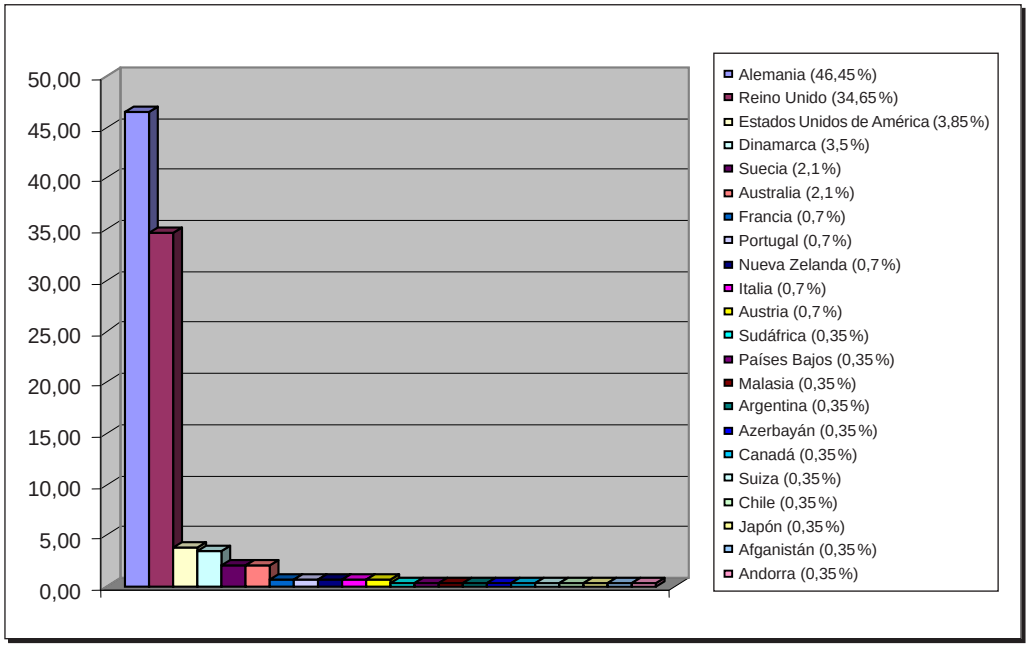
Población	10.777 científicos que están efectuando su labor en el exterior (1)
Técnica de recogida de datos	Aplicación *on-line* del cuestionario
Fechas del trabajo de campo	13 de enero a 15 de marzo de 2014
Tamaño muestral	379 científicos que realizan su actividad en el exterior
Margen de error muestral	5 % asumiendo un nivel de confianza del 95 %

(1) Como se expuso anteriormente, la forma de alcanzar esta cifra se ha expuesto al mencionar la carencia de datos oficiales que permitan conocer el balance de movilidad científica española.

A continuación, a través de la exposición de los datos de clasificación se va a tratar de justificar la muestra obtenida con respecto a la población de los científicos españoles en el exterior. En este aspecto, como se puede observar en el gráfico 1, los países desde

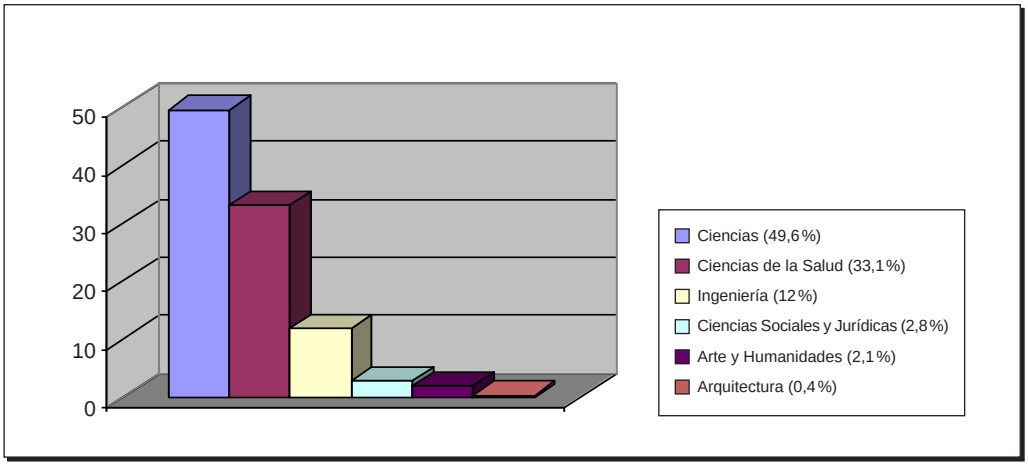
los que más han respondido los investigadores han sido sobre todo Alemania y el Reino Unido, seguidos a mucha distancia de los Estados Unidos, lo que coincide con los datos de los distintos programas nacionales de perfeccionamiento de los investigadores en el extranjero (Ministerio de Ciencia e Innovación, MICINN 2007-1996) y de los subprogramas de movilidad de profesores e investigadores españoles en centros extranjeros (Ministerio de Economía y Competitividad, MINECO, 2008-2011), que hacen referencia a que los países de destino de los científicos españoles son fundamentalmente los de la Unión Europea como el Reino Unido, Francia y Alemania y los países de América del Norte con los Estados Unidos a la cabeza.

Gráfico 1. **Localización geográfica de los científicos españoles en el extranjero**



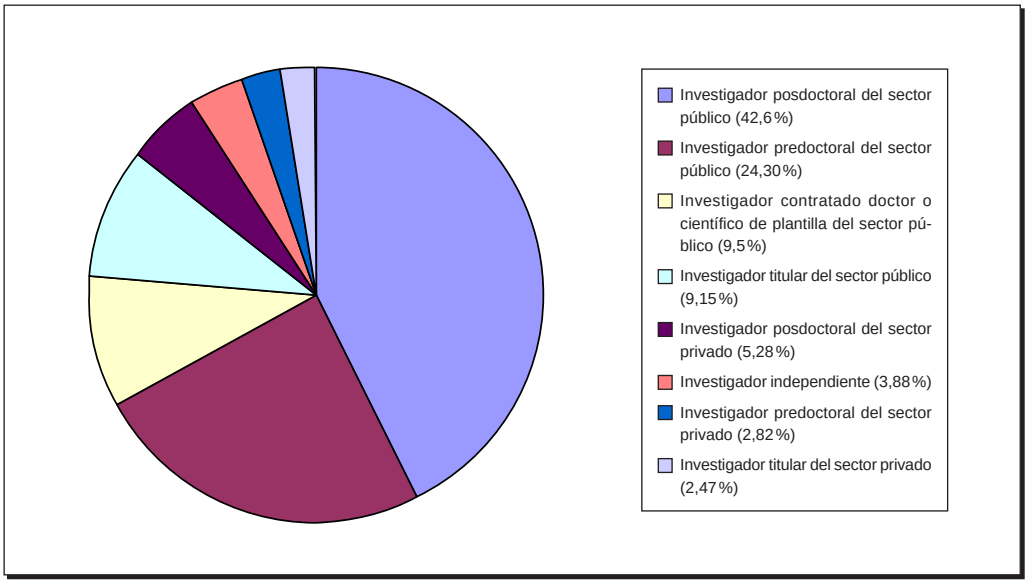
Con idénticas fuentes a las expuestas para el caso de los países se pueden conocer igualmente las áreas de conocimiento en las que están efectuando su actividad los científicos españoles en el exterior. Estas ramas son principalmente las de biología, química, salud y medicina. Como se puede observar en el gráfico 2, son los científicos de las áreas de ciencias y de ciencias de la salud, los que más han respondido a la encuesta, lo que se corresponde con lo que indican las fuentes citadas, máxime si se tiene en cuenta que una rama como la biología se engloba dentro de estas dos áreas de ciencias y ciencias de la salud de acuerdo al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (MEC, 2007).

Gráfico 2. **Área de conocimiento de los científicos españoles en el extranjero**



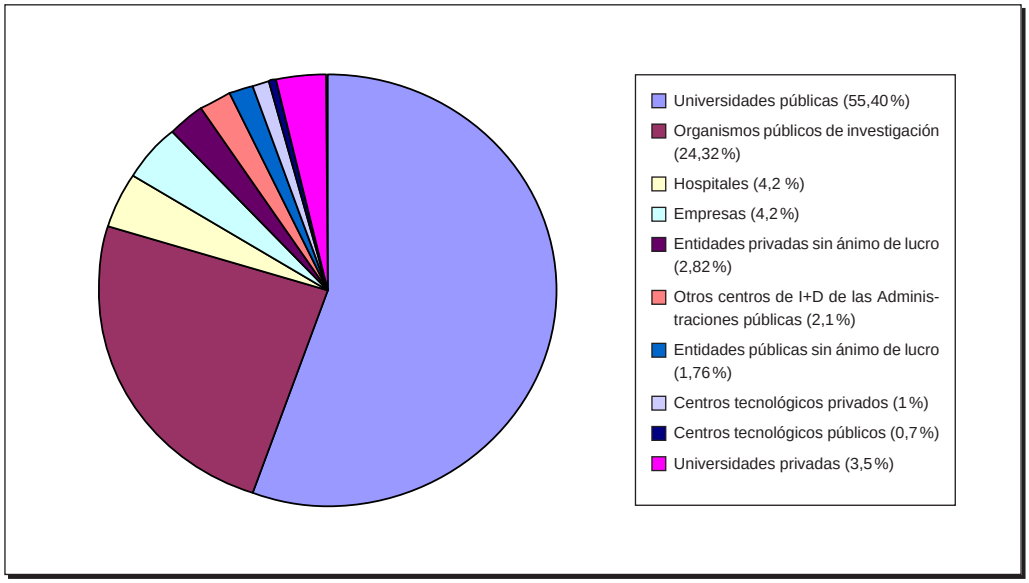
El grupo de pertenencia que más ha respondido al cuestionario ha sido el de los científicos posdoctorales del sector público (véase gráfico 3.), lo que es un reflejo de la mayor facilidad para acceder a plazas de investigador posdoctoral que ofrecen las universidades europeas y estadounidenses (Comisión de Carrera Investigadora de la Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios, 2007).

Gráfico 3. **Grupo de pertenencia de los científicos españoles en el extranjero**



De acuerdo con esta última fuente, la mayor facilidad de acceso que conceden las universidades europeas y estadounidenses a los científicos posdoctorales puede explicar igualmente que una gran parte de estos investigadores efectúen su labor desde dichas instituciones. Como se observa en el gráfico 4, si a la cifra de las universidades públicas, se le suma la correspondiente a las universidades privadas, se obtiene un porcentaje mayoritario que prácticamente alcanza el 60 %.

Gráfico 4. **Tipo de organización de los científicos españoles en el extranjero**



En relación con la comunidad o ciudad autónoma de origen, en el gráfico 5 se muestra que ha existido una respuesta mayoritaria bastante coincidente con aquellas comunidades y ciudades autónomas en las que efectúan su actividad una mayor cifra de científicos en España, según lo que establece el INE (2014b): Madrid, Cataluña, Andalucía, País Vasco y Valencia.

Por lo que respecta a las retribuciones que perciben los científicos españoles en el exterior, no existen referencias oficiales, pero sí se puede observar que son considerablemente mejores a las que reciben los jóvenes investigadores que trabajan en España, si se tienen en cuenta las últimas cifras recogidas en el informe INNOVACEF 2013. La mayor proporción de jóvenes investigadores se encuentra en la banda salarial «inferior a 20.000 euros» con un 55 %, mientras que en el caso de los científicos españoles en el exterior está banda solo es ocupada por el 18,9 % (véase gráfico 6). Igualmente, las bandas salariales para

los jóvenes investigadores de «entre 30.001 y 40.000 euros» con un 5,68 % y «superior a 40.001 euros» con un 1,47 % suponen unos porcentajes bastantes inferiores a sus correspondientes de los científicos españoles en el exterior (27,6 % y 33,5 %, respectivamente).

Gráfico 5. **Comunidad y ciudad autónoma de origen de los científicos españoles en el extranjero**

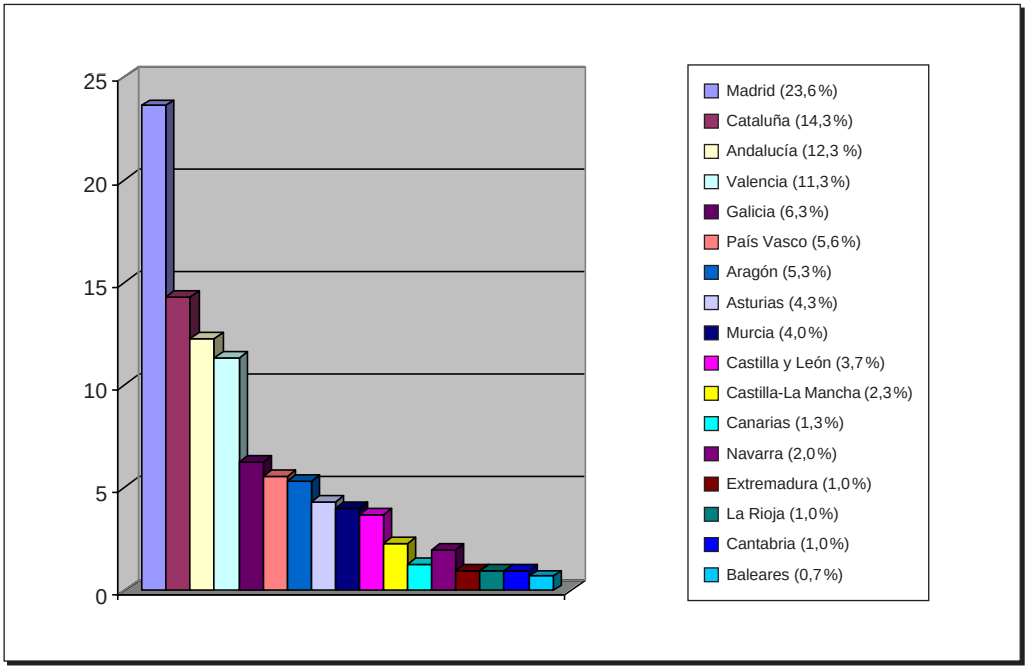
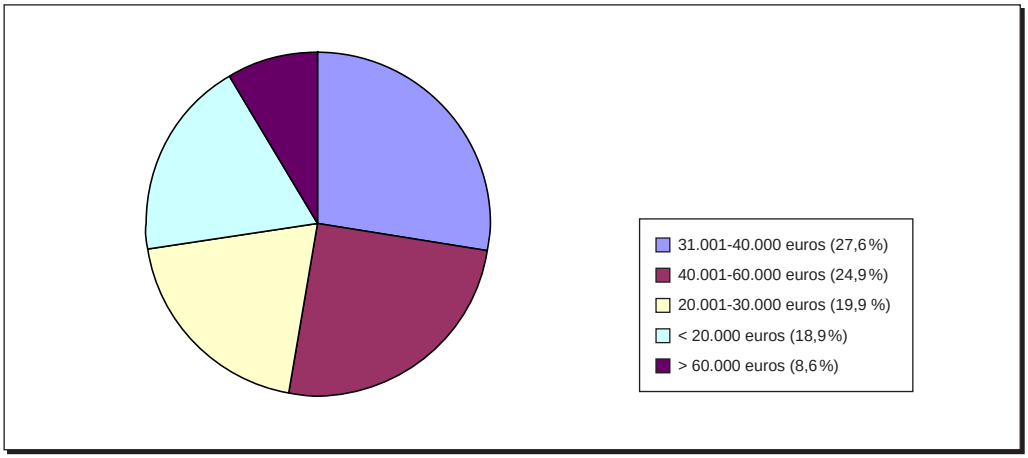
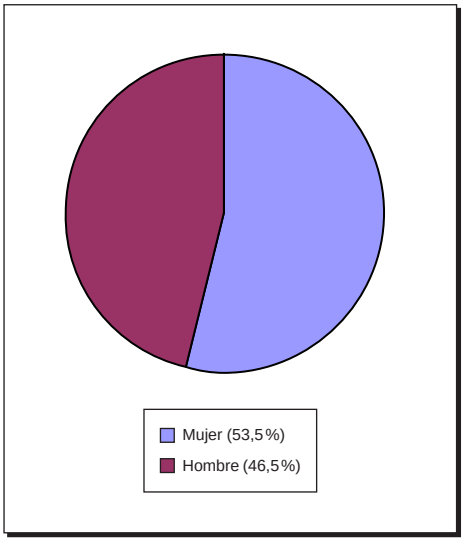


Gráfico 6. **Banda salarial de los científicos españoles en el exterior**



A la vista de lo expuesto en el gráfico 7, existe una respuesta equilibrada por sexos, con un porcentaje algo superior a favor de las mujeres, lo que aunque no se ajusta exactamente a lo que establece el INE (2014a) en su última cifra de datos conocidos, con un 38,80 % de mujeres que se dedican a la ciencia sobre el total de investigadores, sí que permite conocer adecuadamente la opinión de cada uno de los sexos sobre las materias que se pretenden analizar en este estudio.

Gráfico 7. **Sexo de los científicos españoles en el exterior**



De acuerdo a los datos expuestos anteriormente, la población de los científicos españoles en el exterior se refleja adecuadamente con la muestra obtenida. Una vez justificada la muestra obtenida en este estudio, se exponen a continuación los distintos apartados que componen este trabajo, de los que se han obtenido los resultados de este estudio:

- **Decisión de marcharse.** Este apartado determina y analiza las causas que justificaron la marcha al extranjero de la muestra de investigadores que participó en el estudio. Por otra parte, posteriormente, se reflejan las causas que le condujeron a elegir el país en el que actualmente desarrolla su labor como investigador y, para finalizar, se revelan las personas e instituciones que facilitaron que el encuestado continuara su carrera investigadora en el exterior.
- **Colaboración internacional y nacional.** En el segundo apartado se analizan tres cuestiones fundamentales relacionadas con el grado de colaboración existente con instituciones científicas nacionales e internacionales por parte de los científicos españoles residentes en el extranjero en el desarrollo de su actividad científica.

  La primera cuestión se refiere al grado de colaboración existente en el desempeño de la actividad científica con instituciones internacionales, nacionales y la propia institución española de origen.

  La segunda está relacionada con el grado en el que el país de desarrollo de la actividad científica facilita la colaboración con instituciones interna-

cionales, nacionales y la propia institución española de origen, así como el grado en que las instituciones científicas españolas promueven la colaboración con los científicos españoles residentes en el extranjero.

Finalmente, la tercera cuestión analizada hace referencia a las áreas en las que los científicos españoles residentes en el extranjero estarían interesados en colaborar con instituciones científicas españolas.

- **Intenciones de regreso.** Se centra este apartado en averiguar las intenciones de regreso de los investigadores y las variables que pueden interferir en dicha decisión. Para tal finalidad, se dividió dicho apartado en los siguientes aspectos: primero, sobre las intenciones y posibilidades de regreso del científico; segundo, relativo a las medidas que facilitarían el regreso a España; tercero, referido a los motivos que dificultan el regreso. En todo caso, y en consonancia con la metodología del cuestionario, los investigadores tenían que responder sí o no a las preguntas, por lo que pudieron contestar varias veces afirmativamente a distintos ítems de una misma pregunta.

3. RESULTADOS

Por lo que respecta al primer apartado, que está relacionado con la decisión de salir de España para realizar ciencia en otros países, los resultados obtenidos son los que se muestran seguidamente.

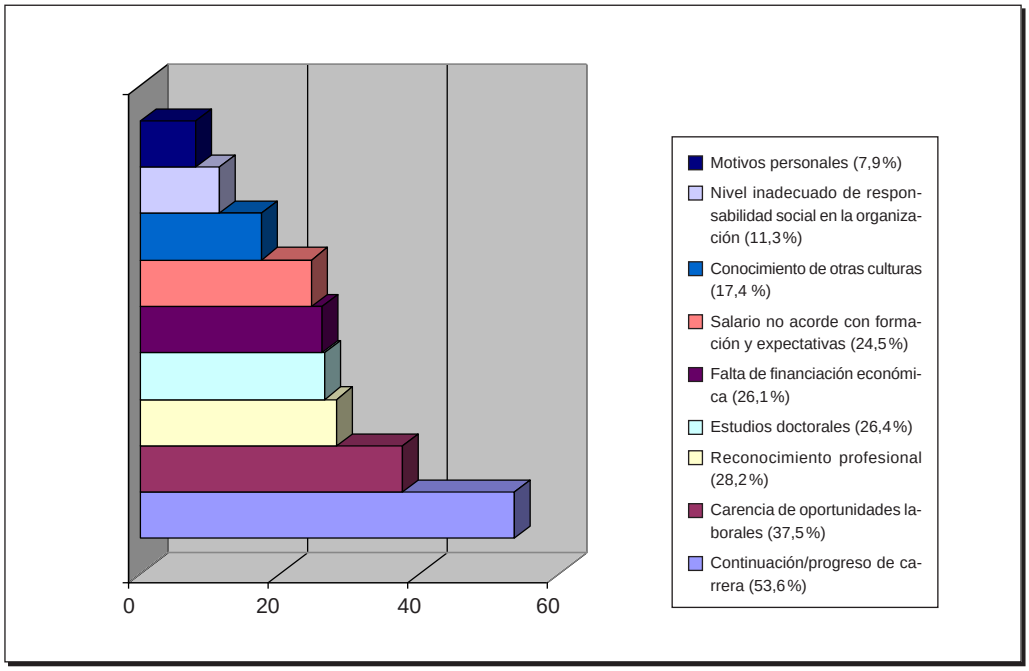
3.1. DECISIÓN DE MARCHARSE

A continuación, en el gráfico 8 se presentan los resultados obtenidos de la pregunta realizada a los científicos españoles en el exterior en relación con los motivos de su marcha al extranjero (respuesta única afirmativa o negativa para cada una de estas razones). A la vista de este gráfico, se puede observar que, de las nueve posibles causas propuestas, es la continuación y el progreso en la carrera investigadora, la que supone un mayor porcentaje en este sentido, con un 54%.

Una de las principales amenazas para el sistema de ciencia y tecnología de las llamadas economías basadas en el conocimiento consiste en que sus propios investigadores no encuentren en el mercado laboral puestos de trabajo acordes con su perfil; esto ocurre tanto en lo que se refiere al desarrollo de tareas investigadoras dentro de institu-

ciones públicas o privadas enfocadas a la investigación, como en las empresas y demás organizaciones privadas que conforman el sistema industrial y el sector servicios de las economías desarrolladas. Si bien la falta de oportunidades laborales fue elegida por un porcentaje inferior al anterior, con un 37,5 %, debe subrayarse que se convirtió en la segunda causa más votada por los encuestados.

Gráfico 8. **Motivos que condujeron a marcharse**



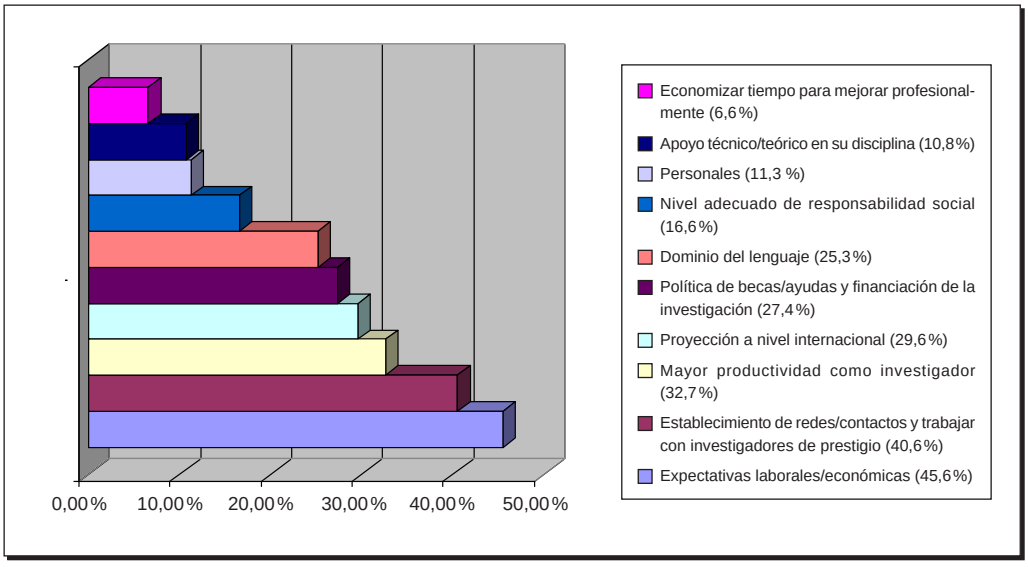
El reconocimiento profesional constituye la tercera causa más importante. Como se observa en el gráfico 8, un 28,2 % de los científicos españoles en el exterior decidió abandonar España por no encontrar un reconocimiento que se ajustase a su currículum y experiencia en el mundo científico. A escasa distancia de este dato, se encuentran otros motivos como la realización de estudios doctorales en el extranjero (26,4 %), la falta de financiación económica (26,1 %) y el salario no acorde con la formación y expectativas. Este último aspecto es reseñable ya que deja entrever que si bien la retribución es importante para los científicos, otros aspectos son considerados más prioritarios.

Más alejados de estos aspectos, se encuentran otros como el enriquecimiento personal que aporta conocer nuevas culturas con un 17,4 %, el nivel inadecuado de res-

ponsabilidad social[1] (RSC) en la organización con 11,3 % y los motivos personales con un 7,9 %. Este último y el primero son aspectos difícilmente controlables por posibles políticas de movilidad científica que pudieran ponerse en marcha. Por lo que respecta al relacionado con la RSC, el reducido porcentaje alcanzado puede ser indicativo de que pueden existir medidas de este tipo de carácter complementario, que apoyen a alguna de las anteriores para la implantación adecuada de políticas de atracción del conocimiento científico español.

La siguiente pregunta dentro de este apartado es la relativa a las causas que condujeron a los científicos españoles en el exterior a elegir el país en el que actualmente realizan su actividad investigadora (igualmente, como en el caso de la pregunta anterior, respuesta única afirmativa o negativa para cada razón). En el gráfico 9 se puede apreciar que la primera causa son las expectativas laborales y económicas con casi un 46 %.

Gráfico 9. **Causas para la elección del país de destino actual**



[1] Aspectos que pueden caracterizar a este nivel inadecuado de responsabilidad social en la organización pueden ser la inexistencia de medidas de conciliación profesional y familiar, inestabilidad laboral, bajas prestaciones personales o incumplimiento de derechos sociolaborales básicos, entre otros.

Por otra parte, con una diferencia de un 5 % respecto al anterior, los científicos encuestados apuntaron como segunda causa más valorada las posibilidades que ofrecía el lugar de destino para establecer contactos y trabajar con investigadores de prestigio. Con una ligera disminución, un 32,7 % de la muestra reveló que, al decidir el destino, había examinado si este le facilitaría aumentar su producción científica. Relacionados con los anteriores ítems, un 29,6 % de los científicos manifestaron que sí habían evaluado la proyección científica que les podría facilitar el país de destino, así como un 27,4 % las políticas de becas, ayudas y financiación a la investigación. A la luz de estos resultados, se puede concluir que los investigadores valoran mucho las condiciones en las que pueden desarrollar su trabajo y su proyección futura, cuestiones ambas que es necesario que se tengan en cuenta en la formulación de políticas de atracción del conocimiento científico.

De la misma forma, en el gráfico 9 se recogen otras causas, aunque de menor relevancia, puesto que más del 74 % de los encuestados no las ha utilizado como criterio de decisión. Como se aprecia en este gráfico 9, la causa que ocupa el sexto lugar es el dominio del idioma del país receptor, con un 25,3 % que confirma que se detuvo en este aspecto al decidir el destino. Por debajo, se hallan otros aspectos que se mencionan a continuación:

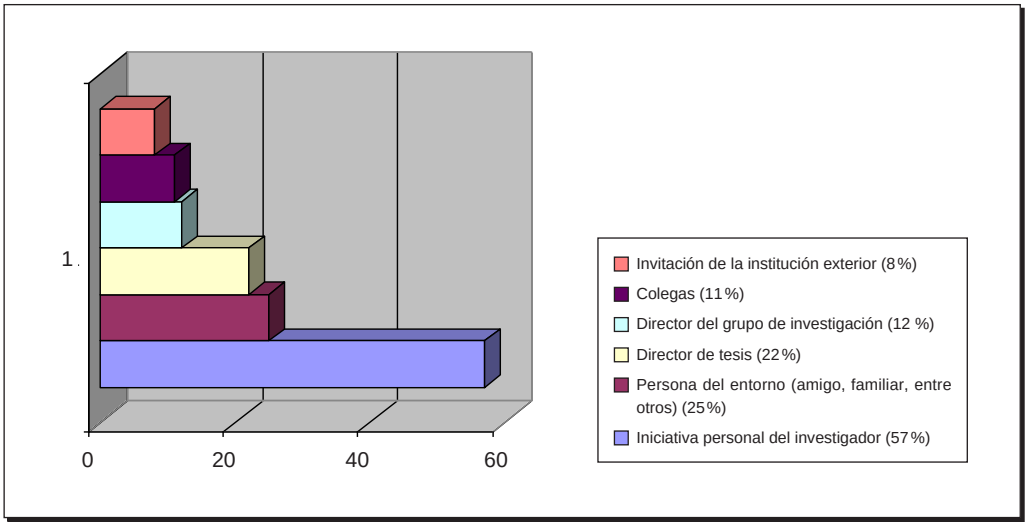
- Para un 16,6 % de la muestra, fue importante valorar el nivel de responsabilidad social de la organización en la que vaya a trabajar concretándose, como en la anterior pregunta, pero en esta ocasión con medidas de signo contrario, en la existencia de medidas de conciliación profesional y familiar, la estabilidad laboral, las prestaciones personales y el cumplimiento de los derechos sociolaborales básicos, entre otras medidas.

  Este dato indica que esta causa no aparece entre las más valoradas para elegir el país de destino. Esta cifra se corrobora debido a que tampoco estos aspectos sociales se encuentran dentro las posiciones más elevadas en las diferencias existentes entre las condiciones laborales y personales que se ofrecen en el exterior y en España en opinión de los científicos españoles en el exterior que han respondido a los diferentes informes INNOVACEF (2010-2013).

  Estos datos unidos al de la anterior pregunta, por el que la falta de nivel de la RSC no estaba entre los motivos fundamentales para la marcha, establece que las diferencias en este aspecto, en el caso de existir son reducidas, y que por supuesto, son inferiores a otras cuestiones más destacadas, por lo que si se potencia en alguna medida la implantación de la RSC en las organizaciones en las que trabajan los investigadores, esta puede superar a las que se ofrecen otros países y convertirse de esta manera en una política complementaria que favorezca el retorno a España.

- Solamente un 11,3 % expuso que eligió su destino por cuestiones personales.
- Una minoría del 10,8 % confirman que seleccionaron el país de destino por el apoyo técnico o teórico que les iba a facilitar el país. Quizás, en esta causa suceda como en el caso de la RSC, como confirman las menores diferencias que hay en este tipo de apoyos a proporcionar en el exterior, de acuerdo a lo expuesto por los científicos españoles en el exterior que han respondido a los informes INNOVACEF (2010-2013).
- Una minoría algo mayor que en el caso precedente del 6,6 % decidió el país guiada por economizar el tiempo, es decir, porque les iba a ofrecer la posibilidad de ascender o terminar el doctorado en un menor tiempo.

Gráfico 10. **Personas o instituciones que ayudaron a tomar la decisión de marcharse**



Por último, en este apartado se refleja la proporción de respuestas positivas de los investigadores a la pregunta de qué personas o instituciones les habían ayudado a tomar la decisión de marcharse al extranjero para desarrollar su labor investigadora. De acuerdo a los datos expuestos en el gráfico 10 se puede observar que el valor más destacado es el del 57 % que indica que fue su propia iniciativa lo que le impulsó a irse fuera. Por detrás de este criterio, aunque con una considerable diferencia respecto a este primero, los científicos mostraron diversas personas o instituciones que les animaron a marcharse y que podemos dividir en dos bloques en función de los porcentajes obtenidos:

- Amigos y/o familiares, con un 25 %, y el director de tesis, con un 22 %.
- Director del grupo de investigación, con un 12 % de investigadores que admitieron que les había estimulado a decidirse; colegas, con un porcentaje casi idéntico, un 11 %; y, finalmente, en último lugar, la invitación de una institución exterior con un 8 %.

A la vista de estos datos, puede destacarse que la figura que está en mejores condiciones profesionales para ser un agente importante en la puesta en marcha de políticas *brain gain* puede ser el director de tesis, el cual puede ayudar a que el investigador se dirija en el exterior a alguna institución de prestigio conocida por él, mantenga el contacto para seguir trabajando unidos y canalice una posible vuelta, tras la estancia en el exterior.

3.2. COLABORACIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL

En la tabla 2 se muestran los resultados derivados de la valoración de los encuestados, en una escala de 1 a 7 puntos en la que 1 se identifica con «nada en absoluto» y 7 con «totalmente», en relación con el grado de colaboración existente en el desempeño de su actividad científica con instituciones internacionales, nacionales y la propia institución española de origen.

Los resultados obtenidos manifiestan la existencia de un alto grado de colaboración entre los científicos españoles residentes en el extranjero y las instituciones científicas internacionales y una escasa o nula colaboración entre los mismos y las instituciones científicas españolas.

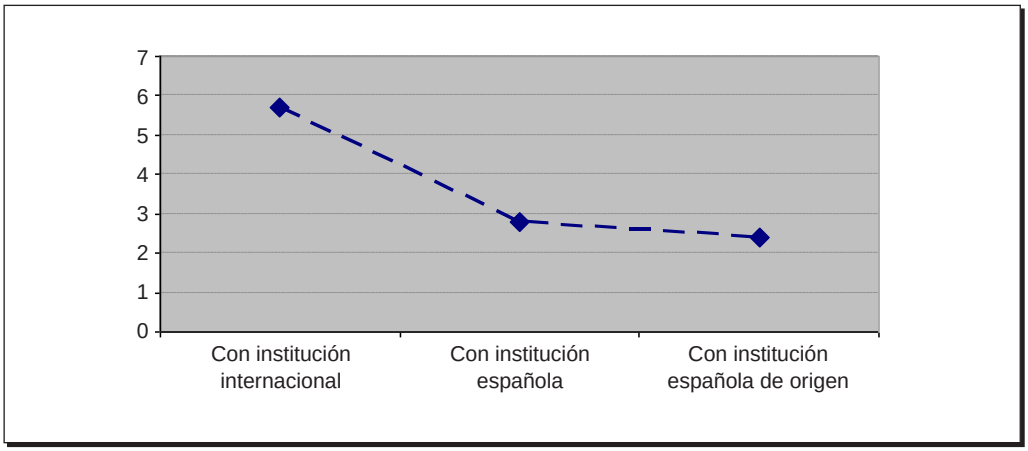
Concretamente, un 69,7% de los encuestados han otorgado una valoración de 6 o 7 puntos al grado de colaboración existente con instituciones científicas internacionales, mientras que el porcentaje que representa la misma valoración en relación con el grado de colaboración existente con instituciones científicas españolas o la propia institución científica española de origen es del 13,1 % y el 9 %, respectivamente.

Agrupando las valoraciones de 1 y 2 puntos otorgada por la muestra se observa que un 57,8 %, en relación con las instituciones científicas españolas en general, y un 67,9 %, en relación con la institución española de origen, considera muy escaso o inexistente el grado de colaboración, lo cual contrasta con el 8,6 % que otorga la misma valoración en relación con el grado de colaboración existente con instituciones científicas internacionales.

Tabla 2. **Valoración del grado de colaboración científica**[1]

Valoración	Institución internacional	Institución española	Institución española de origen
1	5,2	40,3	53,0
2	3,4	17,5	14,9
3	3,4	9,7	6,3
4	7,8	9,7	7,1
5	12,3	9,7	9,7
6	22,4	7,9	4,5
7	45,5	5,2	4,5
Total	**100**	**100**	**100**
Valor medio	**5,7**	**2,8**	**2,4**
Desviación típica	**1,71**	**1,94**	**1,86**

Gráfico 11. **Valoración media del grado de colaboración científica**



En el gráfico 11 se representa la valoración media asignada por la muestra en relación con el grado de colaboración científica. Se observa que la valoración media del grado de

[1] Valoraciones asignadas por la muestra en tanto por ciento.

colaboración existente con instituciones científicas internacionales (5,7 puntos sobre 7) es muy superior, más del doble, a la valoración media relacionada con el grado de colaboración con instituciones científicas españolas (2,8) o la propia institución española de origen (2,4). La valoración media del grado de colaboración con cualquier institución científica española es superior a la valoración media del grado de colaboración con la propia institución científica española de origen de los encuestados.

La tabla 3 recoge los resultados derivados de la valoración de los encuestados en relación con el grado en el que el país de desarrollo de su actividad científica facilita la colaboración con instituciones internacionales, nacionales y la propia institución española de origen, así como el grado en que las instituciones científicas españolas promueven la colaboración con los científicos españoles residentes en el extranjero.

Tabla 3. **Medida del grado en que se favorece la colaboración científica desde el país de desarrollo de la actividad**[1]

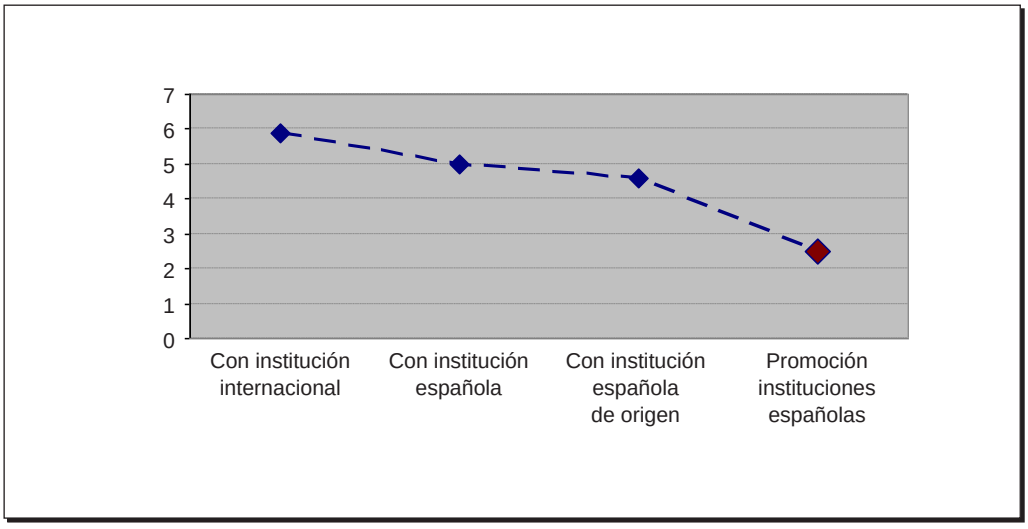
Valoración	Institución internacional	Institución española	Institución española de origen	Promoción instituciones españolas
1	1,1	6,7	12,7	36,2
2	1,9	5,2	7,1	20,5
3	4,9	7,5	9	16,8
4	8,6	18,3	17,2	15,3
5	11,6	16,4	10,8	5,2
6	29,5	20,1	17,5	2,2
7	42,5	25,7	25,7	3,7
Total	**100**	**100**	**100**	**100**
Valor medio	**5,9**	**5,0**	**4,6**	**2,5**
Desviación típica	**1,37**	**1,80**	**2,06**	**1,61**

[1] Valoraciones asignadas por la muestra en tanto por ciento.

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes consideraciones:

- Los países de desarrollo de la actividad de los científicos españoles residentes en el extranjero facilitan en mayor medida la colaboración con instituciones científicas internacionales que con instituciones científicas españolas.
- La valoración media sobre el grado en que los países en los que efectúan su actividad los científicos españoles en el extranjero facilitan la colaboración con instituciones científicas españolas (5,0) es superior a la valoración media otorgada al grado en que las instituciones científicas españolas promueven la colaboración con los científicos españoles residentes en el extranjero (2,5) (véase gráfico 12).
- Un 56,7% de los encuestados (valoraciones de 1 y 2 puntos) manifiestan que el grado en que las instituciones españolas promueven la colaboración con los científicos españoles residentes en el extranjero es casi inexistente o nula, lo cual contrasta con el 5,9% (valoraciones de 6 y 7 puntos) que reconocen una labor destacable por parte de las instituciones científicas españolas en la promoción de la colaboración científica.

Gráfico 12. **Valoración media del grado en que se favorece la colaboración científica**



A la vista de los datos expuestos en la tabla 4 y el gráfico 13, las cuatro áreas en las que los encuestados han mostrado un mayor interés por colaborar con las instituciones

científicas españolas, con al menos un 85 % de los mismos que manifiesta haber colaborado o estar interesado en colaborar, son: el desarrollo de proyectos de investigación conjuntos (96,3 %), la realización de publicaciones conjuntas (94 %), la asistencia a congresos (88,8 %) y la formalización de contratos de investigación (85 %).

Los anteriores datos contrastan con los de siete áreas en las que al menos un 40 % de la muestra manifiesta no estar interesado en colaborar con las instituciones científicas españolas: solicitud de patentes (54,2 %), trabajos de consultoría (50,64 %), creación de nuevas empresas de base tecnológica (48,7 %), creación de productos o procesos nuevos o mejorados (43,2 %), contactos informales/estancias en empresas (42,3 %), participación en redes mediante soporte electrónico (41,4 %) y formación de empleados (40,2 %).

Tabla 4. **Interés por colaborar con instituciones científicas españolas**[1]

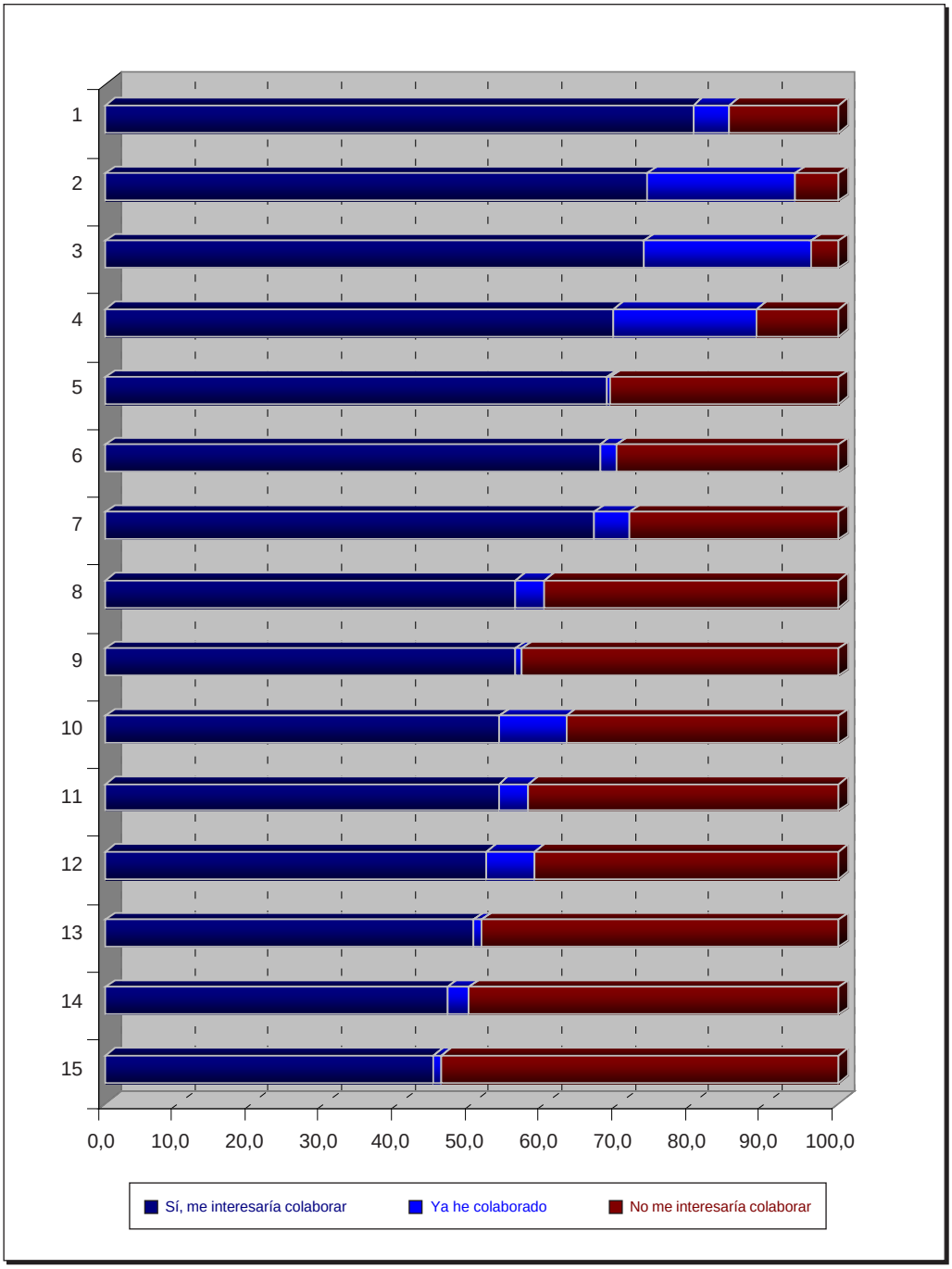
Respuesta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Sí	80,1	73,8	73,5	69,3	68,4	67,4	66,7	56,0	56,0	53,8	53,6	51,9	50,2	46,6	44,7
No	15,0	6,0	3,7	11,2	31,2	30,3	28,5	40,2	43,2	37,2	42,3	41,4	48,7	50,4	54,2
Ya he colaborado ..	4,9	20,2	22,8	19,5	0,4	2,3	4,8	3,8	0,8	9,0	4,1	6,7	1,1	3,0	1,1
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Áreas de colaboración:

(1) Contratos de investigación.
(2) Realización de publicaciones conjuntas.
(3) Proyectos de investigación conjuntos.
(4) Asistencia a congresos.
(5) Influencia en cambios sociopolíticos.
(6) Reclutar investigadores para instituciones científicas españolas.
(7) Obtención de financiación para la institución española.
(8) Formación de los empleados.
(9) Creación de productos o procesos nuevos o mejorados.
(10) Realización de tesis doctorales.
(11) Contactos informales/estancias en empresas.
(12) Participación en redes mediante soporte electrónico.
(13) Creación de nuevas empresas de base tecnológica.
(14) Trabajos de consultoría.
(15) Solicitud de patentes.

[1] Respuestas elegidas por la muestra en tanto por ciento.

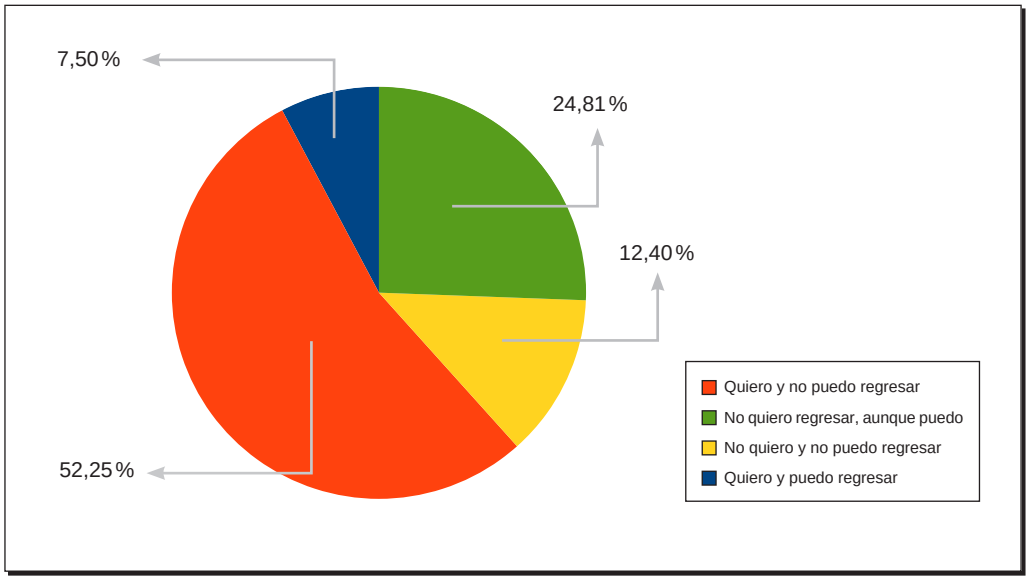
Gráfico 13. **Interés por colaborar con instituciones científicas españolas**



3.3. INTENCIONES DE REGRESO

Dentro de este apartado, se les preguntó en primer lugar a los científicos sobre sus intenciones y posibilidades de regreso. En el gráfico 14 se recogen las respuestas para la identificación con alguno de los cuatro grupos establecidos en el cuestionario. Como se muestra en el gráfico 14, estos se definieron en virtud de sus intenciones y posibilidades de regresar a España para continuar con su carrera científica en el corto o medio plazo (aproximadamente en los próximos cinco años).

Gráfico 14. **Intenciones y posibilidades de regreso para continuar con la carrera científica en España (próximos 5 años)**



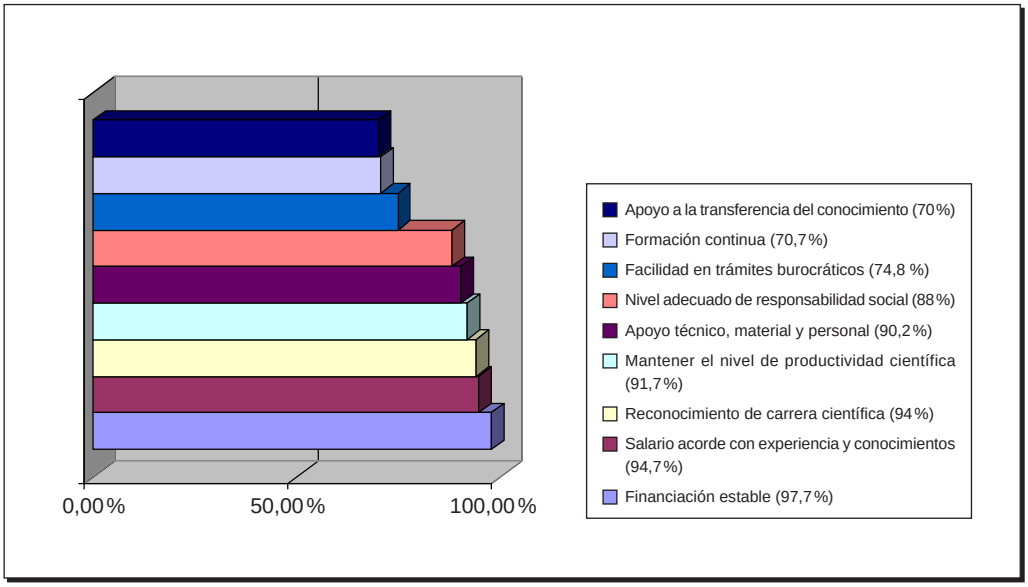
- **Grupo I: «Quiero y no puedo regresar».** Más de la mitad de los investigadores españoles, un 52,25 %, manifiesta su deseo de volver a España para continuar su carrera científica; no obstante, este deseo choca con su percepción de que no pueden regresar a España.
- **Grupo II: «No quiero regresar, aunque puedo».** El segundo grupo más representativo de la muestra viene reflejado por esta opción, con un 24, 81 % de la misma.
- **Grupo III: «No quiero y no puedo regresar».** El tercer grupo más elegido de la muestra vendría recogido por esta situación con un 12,40 %.

- **Grupo IV: «Quiero y puedo regresar».** El grupo menos representativo se refiere a aquellos investigadores con posibilidades reales de regresar, ya que coincide su deseo e intención con una situación profesional y personal que lo permite. Se trata del 7,50 % de la muestra. Al respecto, consideramos este dato especialmente valioso, pues puede aproximarnos al porcentaje total de investigadores que en el corto plazo van a volver a España. Asimismo, si sumamos los dos grupos que reflejan el deseo de regresar, independientemente de otras condiciones, se aprecia que ascienden prácticamente al 60 %; esto es, la mayoría de los científicos españoles que se encuentran fuera desearían regresar.

Este importante colectivo es el que primeramente habría que identificar para poner en marcha políticas de *brain gain*, que mantenga un elevado nivel de contacto con estos científicos y que sirva para establecer unas primeras experiencias reales como herramienta básica, que puede influir positivamente en la atracción de otros investigadores.

En el gráfico 15 se exponen distintas medidas, incentivos o situaciones que podrían facilitar el regreso a España de los investigadores para continuar su carrera científica. En dicho gráfico 15 se refleja el porcentaje de investigadores que respondieron afirmativamente a los ítems que les fueron propuestos.

Gráfico 15. **Medidas para facilitar el regreso a España de los científicos españoles en el exterior**



De acuerdo con los resultados, se puede observar cierto paralelismo entre las respuestas del primer apartado «Decisión de marcharse» y las obtenidas en el presente apartado. Las medidas que más estimularían el regreso (financiación estable, salario acorde con experiencia y conocimiento, reconocimiento de carrera científica y mantener el nivel de productividad científica) están relacionadas con las causas de la marcha más relevantes (motivos de naturaleza laboral y económica, sobre todo los vinculados a la proyección de la carrera científica del investigador).

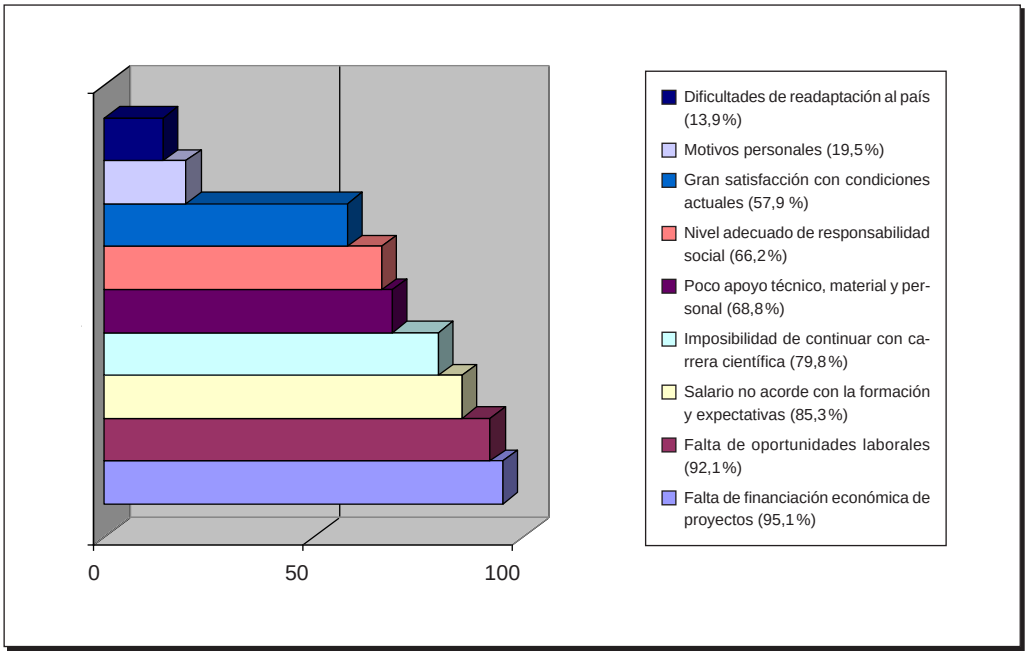
Es muy reseñable el porcentaje de investigadores que consideró que la financiación estable funcionaría como incentivo para su regreso. En concreto, casi la totalidad de la muestra, el 97,7 %, eligió este ítem. En segundo lugar, con una diferencia porcentual de 3 puntos, un 94,5 % de los investigadores estableció que el gozar de un salario acorde con la experiencia y conocimientos poseídos, es decir, en consonancia con su currículum, funcionaría como estímulo para volver. Por otra parte, una proporción casi idéntica, un 94 %, advirtió que el reconocimiento de su carrera científica en España facilitaría su regreso. Asimismo, dentro del grupo de medidas relacionadas con el nivel científico, también la mayoría de los científicos españoles de la muestra consideró atractiva la situación de poder continuar con su nivel de producción científica en España –un 91,7 %–, así como contar con un adecuado apoyo técnico, material y personal, un 90,2 %.

Por otro lado, también la mayoría de los científicos valoró como positivas las demás medidas propuestas, aunque con unos porcentajes inferiores. En este grupo encontramos las centradas en la RSC que, como se expuso anteriormente, hacen referencia, entre otros aspectos, a la conciliación profesional y familiar, la estabilidad laboral, las prestaciones personales y el cumplimiento de los derechos sociolaborales básicos. De hecho, únicamente un 22 % determinó que una mejora en la responsabilidad social no influiría en su decisión de volver a España, por lo que si esta medida se potencia puede convertirse en una adecuada política de atracción del conocimiento científico español. Además, otros aspectos que ayudarían al retorno del científico serían la facilidad en los trámites burocráticos, con 74,8 %; recibir una formación continua, con un 70,7 %; y, por último, contar con apoyo en la transferencia de conocimiento, que alcanza un porcentaje del 70 %.

Para finalizar esta exposición de resultados, en el gráfico 16 se muestra el porcentaje de respuestas afirmativas en la pregunta relativa a los motivos que dificultan su retorno a España. Se trata de una pregunta que atiende a una cuestión similar a la anterior, aunque enunciada en sentido inverso. Esta pregunta se ha incorporado, entre otras razones, por no existir plena coincidencia entre las medidas que se podrían adoptar para atraer a los investigadores y las causas que obstaculizan su regreso, ya que algunas –véase las de índole personal– están fuera del alcance de las instituciones.

A la vista de los datos del gráfico 16, el motivo que mayor porcentaje ha alcanzado entre los investigadores en este aspecto coincide con la medida más elegida para incentivar el regreso: la financiación económica. Como se aprecia, destaca especialmente la proporción de investigadores, casi la totalidad, un 95,1 %, que consideran la falta de financiación de proyectos como circunstancia que obstaculiza su regreso.

Gráfico 16. **Motivos que dificultan el regreso a España de los científicos españoles en el exterior**



De manera similar al caso de la pregunta anterior, también en segundo lugar, los investigadores identificaron las barreras de índole laboral como uno de los mayores obstáculos para volver. En este sentido, se aprecia que un 92,1 % señaló como impedimento la falta de oportunidades laborales, y un 85, 3 % el salario no acorde con la formación y expectativas del investigador.

Se sigue apreciando un paralelismo en el orden de las opiniones de los encuestados en respuestas como la «Imposibilidad de continuar con la carrera científica» (se podrían identificar con el ítem de la pregunta anterior «Mantener el nivel de producción científica») y el escaso apoyo técnico, material y personal, que se sitúan después de las barreras de naturaleza laboral y salarial, con unos porcentajes del 79,8 y 68,8 %,

respectivamente. Para finalizar este análisis comparativo, también el ítem «Nivel inadecuado de responsabilidad social» sigue respetando la prelación de la pregunta anterior, eligiéndose como motivo que dificulta el regreso, con unos porcentajes inferiores a los más destacados dentro de la pregunta, pero también importante, que debería hacer reflexionar sobre la mejora de esta medida como una política adecuada de atracción del conocimiento científico.

Por último, como se expuso anteriormente, se introdujeron en esta pregunta nuevas preguntas no incluidas en la anterior. Como se aprecia, las tres circunstancias añadidas fueron las menos elegidas. Un 57,9 % señaló, entre los motivos que obstaculizarían su regreso, el estado de gran satisfacción con las condiciones actuales de su trabajo. Muy por debajo, más de la mitad, un 19,5 % de los investigadores de la muestra aclaró que sus circunstancias personales le impedían volver a España. De forma semejante, un porcentaje inferior, un 13,9 %, señaló que no regresaría por los costes de readaptación que les supondría el retorno.

4. CONCLUSIONES

Como se ha puesto de manifiesto en los resultados, existe un elevado grado de colaboración entre los científicos españoles en el exterior y las instituciones científicas internacionales, que se contrapone a la escasa colaboración entre estos científicos españoles y las instituciones científicas nacionales, incluidas dentro de ellas las de origen del investigador.

Igualmente, los países en los que efectúan su actividad los científicos españoles favorecen en mayor medida la colaboración con instituciones científicas internacionales que con instituciones científicas españolas, pero la valoración media de esta facilidad otorgada tanto para las instituciones científicas españolas (5,0 puntos sobre 7) como con las nacionales de origen del investigador (4,6 puntos sobre 7) es superior al nivel medio con el que las instituciones científicas españolas promueven la colaboración con los científicos españoles en el extranjero (2,5 puntos sobre 7).

Dados estos escasos niveles de contacto y de promoción de los mismos desde las instituciones científicas españolas, se puede afirmar que la existencia de un enfoque *brain gain* en el sistema español de I+D+i es escasa y para lograr la implantación del mismo, como paso previo a la articulación de políticas generadoras de una adecuada atracción del conocimiento científico, se recomienda a los agentes del sistema nacional de I+D+i la puesta en marcha de las siguientes medidas:

- Concentrar esfuerzos en cooperar con los científicos españoles en el exterior en aquellas áreas en las que han colaborado o están más interesados en colaborar: el desarrollo de proyectos de investigación conjuntos, la realización de publicaciones conjuntas, la asistencia a congresos y la formalización de contratos de investigación. Estas colaboraciones más apetecibles para ellos pueden servir de impulso para que la cooperación se extienda también a otras áreas. Además, como se puede observar, todas estás colaboraciones preferidas pueden llevarse a cabo con el uso de las TIC y alguna presencia física puntual, por lo que como los medios tecnológicos facilitan esta cooperación, para impulsar la misma se deberían estimular los contactos con medidas como las que se exponen en los siguientes párrafos.
- Impulsar la creación de sociedades de científicos españoles en el exterior. Un buen ejemplo han sido la ayuda prestada por las sociedades del Reino Unido (CERU) y de Alemania (CERFA) en la difusión de este cuestionario y como a través de estas asociaciones se puede contactar con un gran número de científicos españoles en el exterior.
- Reconocer personal y profesionalmente la labor que hacen los gestores de estas asociaciones en favor de la mejora del sistema nacional de I+D+i. Extender este reconocimiento a todos aquellos investigadores nacionales que desde el exterior colaboran científicamente con las instituciones españolas, y muy especialmente con las de su origen, pues los lazos a fortalecer en este último caso necesitan de un mayor impulso a la vista de los datos, pero también pueden ser más fuertes si se consiguen.
- Igualmente, incentivar, formar y reconocer a la figura del director de tesis como agente clave para que el científico efectúe su trabajo en el exterior en las mejores condiciones posibles, impulse el contacto para seguir trabajando unidos y facilite el posible regreso del investigador.
- Fomentar el contacto con los científicos españoles en el exterior por los medios convencionales como puede ser por ejemplo la celebración de eventos, el establecimiento de reuniones o la realización de estudios, por ejemplo.

Por lo que respecta a posibles políticas que podrían influir positivamente en una atracción de los científicos españoles en el exterior, las cuatros preguntas relacionadas con dichas medidas (motivos para la marcha, causas de elección del país de destino, medidas para facilitar el regreso y motivos que lo dificultarían) han puesto de manifiesto que es la mejora en las condiciones laborales la medida general que más se tiene que tener en cuenta para poner en marcha este tipo de políticas. Entre estas medidas se pueden destacar las que han obtenido una respuesta mayoritaria en la pregunta relativa a las

medidas para facilitar el retorno, como son la financiación estable, el salario acorde con la experiencia y los conocimientos aportados, el reconocimiento de la carrera científica y el mantenimiento del nivel de producción científica.

Resulta bastante probable que en estos momentos España no pueda ofrecer estas condiciones para atraer a los científicos, pero si se produce una colaboración público-privada, quizá sí se puedan conseguir unas condiciones mínimas, que permitan regresar inicialmente a ese prácticamente 60 % de los científicos españoles que sí desean retornar y que a la vista de la experiencia en el caso de producirse, podrían impulsar el regreso de otros científicos nacionales e, inclusive, la atracción de investigadores de otros países.

Para cubrir estas diferencias con respecto a las condiciones ofrecidas en el exterior, y dada la imposibilidad de que se incrementen a corto plazo los fondos económicos para las contrataciones en el sector público y el hecho de que España continúe siendo uno de los países avanzados que tiene un menor porcentaje de investigadores en empresas[1], las instituciones científicas públicas nacionales y las empresas podrían reconocer profesionalmente el retorno de los científicos del exterior y compartir el coste y los beneficios de las contrataciones, además de brindar adecuadas medidas de RSC para tratar de atraer a los científicos españoles.

Este mayor incremento en la transferencia del conocimiento científico, que podría lograrse con esta colaboración público-privada para el regreso de los científicos nacionales, seguramente podría convertir en más competitivas a las empresas y a las instituciones científicas públicas, para mayor beneficio de la economía y de la sociedad española en general.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: «Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2013, núms. 365-366, págs. 1-68.

— «Séptimo informe INNOVACEF: una propuesta desde la JAE para mejorar la atracción y retención del conocimiento científico», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2012, núms. 353-354, págs. 205-264.

[1] España tiene únicamente un 35,43 % (INE, 2014c) de sus investigadores trabajando en empresas, para unas cifras muy superiores en este sentido por parte de la media de la UE-27 (49 %), los Estados Unidos (79 %) o Japón (68 %) (CE, 2008/2009).

— «Tercer informe INNOVACEF: la respuesta de los científicos españoles en el extranjero y aportaciones desde la Federación de Jóvenes Investigadores», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2008, núms. 305-306, págs. 171-232.

— «Segundo informe INNOVACEF: aportaciones para el regreso de los investigadores españoles en el extranjero», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, noviembre 2007, núm. 296, págs. 145-194.

— «Primer informe INNOVACEF: aportaciones para mejorar el futuro de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, diciembre 2006, núm. 285, págs. 147-192.

ACEITUNO-ACEITUNO, P.; CAMPANARIO-HERNÁNDEZ M. L. y BURGOS-GARCÍA C.: «Sexto informe INNOVACEF: buenas prácticas en el Programa Torres Quevedo», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, octubre 2011, núm. 343, págs. 224-280.

— «Quinto informe INNOVACEF: evolución y futuro de las oficinas universitarias de transferencia de los resultados de la investigación», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, octubre 2010, núm. 331 págs. 201-256.

— «Cuarto informe INNOVACEF: inserción laboral de investigadores en empresas», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2009, núms. 317-318, págs. 217-272.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INVESTIGADORES RAMÓN Y CAJAL: *Resumen de la situación actual de los investigadores Ramón y Cajal*, Madrid, 2004.

BRANDI, M. C.: «La historia del brain drain», *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2006, núm. 3 (7), págs. 65-85.

COMISIÓN DE CARRERA INVESTIGADORA DE LA FEDERACIÓN DE JÓVENES INVESTIGADORES: «Informe de carrera investigadora. Carrera investigadora en España: deficiencias y propuestas», Madrid: Federación de Jóvenes Investigadores. 2007. Disponible en web: http://www.precarios.org/InformeCI.

COMISIÓN EUROPEA: «Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation». Key Figures 2008/2009, 2008/2009. Disponible en web: http://ec.europa.eu/invest-in-research/monitoring/statistical01_en.htm.

DÍAZ, A.: «España ya importa cerebros pese a los bajos salarios y la excesiva burocracia», *El Mundo-Campus* [on-line], 28 de octubre de 2009, 558: 1-5, 2009. Disponible en web: http://www.elmundo.es/suplementos/campus/2009/558/1256732783.html.

GORDON, A.: «Teorías sobre movilidad de científicos y políticas públicas: los enfoques del brain drain y brain gain y su impacto en las políticas públicas», *Cuartas Jornadas de Jóvenes Investigadores del Instituto de Investigaciones Gino Germani (UBA) y Centro Redes-Conicet* (19-21 de septiembre de 2007), 2007, Buenos Aires.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE):

— (2014a): «Personal empleado en I+D (jornada completa y parcial) por sector de ejecución, ocupación y sexo. Resumen Nacional. Estadística I+D 2012». Disponible en web: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=02005a.px&type=pcaxis&L=0.

— (2014b): «Total sectores. Gastos internos totales y personal en I+D por comunidades autónomas y tipo de indicador. Resultados por Comunidades Autónomas. Estadística I+D 2012». Disponible en web: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=07001.px&type=pcaxis&L=0.

— (2014c): «Investigadores por año y sectores/unidad. Indicadores de Ciencia y Tecnología. Estadística I+D 2012». Disponible en web: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=01006.px&type=pcaxis&L=0.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA: Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE núm. 260, de 30 de octubre de 2007. Referencia: BOE-A-2007-18770, 2007.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA: Programa I3, Madrid, 2006.

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN: «Memoria de actividades de I+D+i», Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación. 2007-1996. Disponible en web: http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=888f66e17aa73210VgnVCM1000001d04140aRCRD.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD[1]: «Memoria de actividades de I+D+i», Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad. 2008-2011. Disponible en web: http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=888f66e17aa73210VgnVCM1000001d04140aRCRD.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS: «The global competition for talent», París: OECD Publications, 2009. Disponible en web: http://www.oecd.org/dataoecd/58/50/42259140.pdf.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN Y MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR DEL MCYT: «Programa Ramón y Cajal. Estabilización, inserción e incorporación de doctores en el sistema español de investigación», 2003, Madrid.

ZWEIG, D. y SIU FUNG, C.: «Redefining the brain drain: China's "diaspora optionn"». Center on China's Transnational Relations, Working Paper, núm. 1. 2004, The Hong Kong University of Science and Technology.

WORLD ECONOMIC FORUM: «The global competitiveness report», 2014, Ginebra.

[1] Tanto las Memorias de actividades de I+D+i del antiguo Ministerio de Ciencia e Innovación como las del Ministerio de Economía y Competitividad se pueden encontrar en la dirección electrónica de este último expuesta en esta bibliografía.

SEGUNDA PARTE

- **Capítulo 2.** La movilidad científica: caracterizaciones y políticas. Nuevas perspectivas
- **Capítulo 3.** ¿Es posible investigar en España?
- **Capítulo 4.** Una experiencia científica en el exterior. Investigar en los Estados Unidos
- **Capítulo 5.** Apoyo a la movilidad de los investigadores
- **Capítulo 6.** Divulgación y comunicación de la ciencia al servicio del brain gain. www.madrimasd.org, una plataforma de encuentro y diálogo abierta a todos
- **Capítulo 7.** Transformando la fuga en captación de cerebros mediante el asociacionismo científico en el exterior
- **Capítulo 8.** Liderazgo industrial y su relación con la movilidad científica
- **Capítulo 9.** Sistemas de innovación. Una propuesta académica para la praxis

CAPÍTULO

2

LA MOVILIDAD CIENTÍFICA: CARACTERIZACIONES Y POLÍTICAS. NUEVAS PERSPECTIVAS

Inés Andújar Nagore

1. Introducción
2. La movilidad científica: historia, caracterizaciones y políticas
3. La movilidad como proceso complejo y social: implicaciones
4. Resumen y conclusión

Bibliografía

Esta contribución reflexiona brevemente sobre el papel de la caracterización teórica de la movilidad científica en la articulación de las políticas de recursos humanos en ciencia y tecnología. En concreto, se resalta la relevancia de reconocer la movilidad como un proceso «social y complejo»: «social», en el sentido de desarrollarse, no de manera aislada, sino en el seno de un entramado de relaciones e interacciones con otros agentes, y «complejo», en el sentido de ser susceptible de evolucionar y dar lugar a realidades esencialmente nuevas y asociadas a entornos y contextos particulares. El reconocimiento de la naturaleza compleja y social de la movilidad científica permite identificar factores claves a considerar en la articulación de políticas. Algunos de estos elementos son: las motivaciones y perspectivas de los científicos –sus carreras investigadoras–, los espacios de interacción científica –como los grupos y proyectos de investigación y sus investigadores principales–, los procesos de evolución de redes científicas –por ejemplo, la desaparición, el mantenimiento, la creación y la integración de sus lazos– o las particularidades de las disciplinas científicas –sus culturas epistémicas–. Ahondar en la naturaleza social y compleja de la movilidad y en sus implicaciones parece pues relevante para comprender mejor los procesos y efectos de la movilidad y articular futuras políticas para una mayor eficiencia en su gestión. Esta cuestión resulta de particular interés para España, donde existen ciertos indicios de estar produciéndose una fuga de cerebros.

1. INTRODUCCIÓN

Según sugieren los datos de los sucesivos informes INNOVACEF (Aceituno, 2006-2013), muchos científicos españoles parecen estar abandonado nuestro país para proseguir su carrera científica en el exterior, y otros muchos tienen intención de hacerlo en un futuro próximo. Por ejemplo, para el año 2013, el mencionado informe encuentra que el 82,58 % de los investigadores encuestados que trabajan en España tienen altas posibilidades de marcharse al extranjero, y para un 12,82 %, su marcha es inminente. Además, el 79,74 % de los encuestados que trabajan en el extranjero tienen bajas perspectivas de retorno a nuestro país, siendo inexistentes en un 16,30 % de los casos. Por otra parte, tal y como revela la encuesta del Instituto Nacional de Estadística a los doctores residentes en España para el periodo 2000-2009 (INE, 2009), mientras que un 58,57 % de los encuestados realizó una estancia en el extranjero por motivos académicos, únicamente

un 17,62 % vino a España por la misma razón, predominando las razones extraacadémicas. Parece pues que nuestro sistema de ciencia e innovación no se caracteriza por ejercer una gran atracción de talento científico extranjero. Todo ello sugiere que la «fuga de cerebros», entendida como una pérdida neta de talento científico que marcha al exterior, sea una realidad altamente probable en nuestro país[1].

Frente al problema de la fuga de cerebros y la potencial pérdida de conocimiento que acarrea, la intervención de los Gobiernos a través de la articulación de políticas de ciencia y tecnología resulta un elemento clave (OCDE, 2002), habiéndose pasado en las últimas décadas de la «preocupación» a la «acción» en esta cuestión (Mahroum, 2005). Cabe llamar la atención, y es lo que se tratará en las páginas que siguen, sobre el hecho de que, en el diseño de dichas políticas, la caracterización teórica de la movilidad científica aparece como una pieza fundamental. Según se argumenta, esto se debe principalmente a que la caracterización teórica de los científicos y de sus movilidades permite identificar –y de la misma manera, pasar por alto– elementos concretos sobre los que tales políticas pueden incidir y actuar, contribuyendo así a delimitar su alcance y resultados. A su vez, el propio desarrollo histórico de la ciencia y de su contexto da pie a nuevas consideraciones a tener en cuenta en el estudio y gestión de la movilidad científica. No es de extrañar, pues, que «desarrollo de la realidad histórica», «caracterización teórica de la movilidad» y «articulación de políticas en esta materia» vayan usualmente de la mano.

El propósito de esta contribución es mostrar sucintamente estas relaciones y llamar la atención sobre los avances recientes que se están produciendo en la caracterización de la movilidad científica en la literatura especializada. En concreto, el creciente reconocimiento y estudio de la movilidad como un proceso «social» y «complejo» parece abrir horizontes interesantes. En mi opinión, esta caracterización permite identificar nuevos elementos sobre los que articular eventuales políticas que hagan frente a la posible marcha sin retorno de nuestros científicos. El orden de la exposición será el siguiente: el apartado 2 sintetiza las relaciones entre la evolución del contexto histórico, las caracterizaciones y las políticas de movilidad; el apartado 3 profundiza algo más sobre la caracterización de la movilidad como proceso complejo y social, y finalmente el apartado 4 recoge las conclusiones alcanzadas.

[1] Si bien no hay ningún registro completo de estos movimientos que evidencie este hecho, los datos de las citadas encuestas y las percepciones surgidas dentro del ámbito científico español manifestadas en la prensa parecen indicarlo.

2. LA MOVILIDAD CIENTÍFICA: HISTORIA, CARACTERIZACIONES Y POLÍTICAS

Como se ha mencionado en la introducción, el desarrollo histórico de la realidad, las caracterizaciones teóricas de los científicos y sus movilidades, así como las políticas propuestas e implementadas para su gestión, son procesos que están en buena medida interrelacionados. Así, por ejemplo, tras la Segunda Guerra Mundial, las emigraciones masivas de científicos, primero desde Europa a los Estados Unidos –en las décadas de 1950 y 1960–, y más tarde desde países en vías de desarrollo de Asia y Latinoamérica a los Estados Unidos y Europa –décadas de 1970 y 1980–, se explicaron fundamentalmente como una respuesta de los científicos a estímulos del mercado –diferenciales salariales entre países– que daba lugar a un proceso de acumulación y desacumulación de su conocimiento en el país de destino y de origen, respectivamente. La movilidad quedaba así esencialmente caracterizada como un flujo automático y unidireccional de conocimiento –incorporado en el científico móvil– de un país a otro y generador de un «juego de suma cero», en el que lo que perdía un país, lo ganaba el otro. En línea con estas consideraciones, se propusieron dos políticas principales, unas defendiendo una intervención gubernamental para la regulación restrictiva de los movimientos internacionales del capital humano (por ejemplo, Bhagwati y Dellalfar, 1973, o Bhagwati, 1979, con las llamadas «políticas de compensación»; o Wong y Kee, 1999: 725; Pieretti y Zou, 2009), y otras más proclives al *laissez-faire* o al libre intercambio de cerebros (por ejemplo, Grubbel y Scott, 1966; Mountford, 1997; Stark *et al*., 1998; Beine *et al.*, 2001)[1].

Con el desarrollo de la globalización económica y la revolución tecnológica, en las décadas 1980-1990, y el creciente interés de las economías por el conocimiento y la innovación, se comienza a producir una competencia feroz entre los países por atraer hacia sus fronteras a personal altamente cualificado (Salt, 1997). No solo se incrementan sustancialmente las emigraciones de los trabajadores cualificados en este periodo, sino que crece también el número de movilidades temporales y de retornos de expatriados a sus países de origen. Todo ello promueve –y es promovido por– la implementación de mecanismos institucionales que facilitan la movilidad del personal altamente cualificado, por ejemplo en los Estados Unidos, a través de la concesión de visas y permisos de residencia temporal (Luchilo, 2006: 244). En lo que a la caracterización teórica se refiere, este nuevo contexto de movilidades «en todas las direcciones» (Mahroum, 2000a: 168) se enfoca como una «circulación de cerebros» que genera flujos de conocimiento en dos

[1] Es el conocido debate entre el «argumento nacionalista» y el argumento «internacionalista» o «cosmopolita».

direcciones a través de los retornos de los científicos a sus países de origen y de sus redes de vínculos sociales y tecnológicos establecidas en el país de acogida –diásporas científicas, concretamente– (Meyer y Charum, 1995; Meyer, 2001; Saxenian, 1999 y 2005). Se resalta así la naturaleza «social» de la movilidad científica en el sentido de desarrollarse, no de manera aislada –según un cálculo maximizador particular del científico–, sino en el seno de un entramado de relaciones interpersonales. Las políticas que se implementan en esta línea pueden sintetizarse en dos opciones (Meyer, 2003): la «opción retorno» –con la que los Gobiernos buscan la repatriación de sus científicos emigrados– y la «opción diáspora» –con la cual se busca conectar a los investigadores expatriados con el país de origen para aprovechar sus capacidades y conocimientos–. En España encontramos ejemplos de ambas opciones. Por citar algunos, se puede destacar el Programa Ramón y Cajal –como ejemplo de la «opción retorno»– o los esfuerzos de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) para conectar con las comunidades de científicos españoles en el exterior –como ejemplo de la «opción diáspora»–[1].

Finalmente, y desde la década de los 2000 especialmente, se desarrollan nuevos trabajos dentro de la literatura especializada –algunos de ellos, como Van de Sande *et al*. (2005), acometidos para evaluar programas específicos de movilidad científica– que arrojan nueva luz sobre el fenómeno de la movilidad científica. Concretamente, se encuentra evidencia empírica que muestra a los investigadores móviles como «creadores de espacios globales» (Mahroum, 2000a) y «constructores de redes» (Woolley y Turpin, 2009: 145), y a sus movilidades como procesos que emergen de la coevolución de sus redes científicas de colaboración y que suscitan a su vez sucesivas reconfiguraciones en dichas redes (por ejemplo, Melin, 2004; Jöns, 2007, 2009 o Andújar, 2012). De este modo, se comienza a reconocer y a analizar no solo el carácter social de la movilidad científica, sino también su naturaleza «compleja», entendida esta en el sentido de ser susceptible de evolucionar y dar lugar a realidades esencialmente nuevas y asociadas a entornos y contextos particulares. Tal concepción de la movilidad tiene interesantes implicaciones que comentamos en el apartado siguiente.

---

[1] Para más información sobre estos programas ver:

http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=192b435b75003410VgnVCM1000001d04140aRCRD y http://www.fecyt.es/fecyt/detalle.do?accion=&elegidaSiguiente=&elegidaNivel3=;SalaPrensa;NotasPrensa;Copiar%20desde%20notas32de32prensa3250484951&elegidaNivel2=;SalaPrensa;NotasPrensa&elegidaNivel1=;SalaPrensa&tc=notas_prensa&id=2014_03_10_NDP_ECUSA, respectivamente.

3. LA MOVILIDAD COMO PROCESO COMPLEJO Y SOCIAL: IMPLICACIONES

La actual caracterización de la movilidad como proceso social y complejo es más rica y va mucho más allá de la mera consideración de flujos unidireccionales, acumulativos y mecánicos de entradas y salidas de científicos. Así, por ejemplo, de concebir la movilidad o emigración de los científicos como una respuesta automática a las señales del mercado –diferenciales salariales–, se comienza a considerar un amplio abanico de razones y motivaciones que subyacen bajo la decisión de moverse –no solo motivos salariales sino también, por ejemplo, razones familiares y personales, académicas, perspectivas de estabilidad y de carrera científica, e incluso razones de proximidad geográfica o cultural–. La mencionada encuesta del INE (2009) realizada a investigadores doctores residentes en España se enmarca en un proyecto promovido por la Comisión Europea –MORE (Mobility Patterns and Career Paths of EU Researchers)–[1] que precisamente pretende conocer estas motivaciones como cuestión importante para la implementación de políticas de movilidad y de diseño de carreras científicas atractivas que permitan atraer y retener talento en la Unión Europea (MORE, 2010).

La consideración del «contexto» es otra importante implicación de la caracterización de la movilidad como proceso complejo y social. La movilidad y emigración de los científicos no se produce «en el vacío» (Meyer, 2001) sino que frecuentemente va asociada a determinados «espacios de producción de conocimiento» (Jöns, 2007) o conjunto de redes, instituciones y prácticas científicas implicadas en la producción del conocimiento que configuran las llamadas «geografías de la ciencia». Por ejemplo, el destino de la movilidad de los científicos viene condicionado en muchos casos por el consejo o recomendación de otros científicos de su red (Van de Sande *et al.*, 2005), la cual se va ampliando en muchos casos con nuevos lazos de colaboración establecidos en el lugar de acogida (Woolley *et al*. 2008), mantenidos en el tiempo (Jonkers y Tijssen, 2008) e incluso integrados con otros colegas del lugar de origen en forma de coautorías conjuntas (Andújar, 2012), en un proceso orgánico que abre paso a nuevas configuraciones en las redes científicas (Melin, 2004). Frecuentemente, tales redes se materializan en equipos de investigación que trabajan en proyectos de investigación liderados por un investigador principal. La configuración de estos equipos y las relaciones con sus líderes pueden ser por tanto relevantes en la explicación de la movilidad y sus efectos (Andújar, 2012).

[1] Proyecto MORE: http://www.researchersmobility.eu/www/index.php

La movilidad científica está también relacionada con el prestigio de las instituciones de acogida (Fernández-Zubieta, 2009). Concretamente, los centros de alto prestigio y excelencia atraen a científicos de élite, generándose un proceso «efecto Mateo», en el que ambos, instituciones y científicos, salen reforzados en reconocimiento, capacidades y recursos (Mahroum, 2000b). Las «culturas epistémicas» (Knorr-Cetina, 1999), o conjunto de bases de conocimiento y prácticas cotidianas comunes a un dominio científico particular, condicionan asimismo los flujos de movilidad científica. Según Jöns (2007), estas prácticas pueden conllevar diferentes «culturas de movilidad y de colaboración», en función de las combinaciones específicas de materialidad y estandarización que cada tipo de trabajo científico –experimental, teórico, empírico y argumentativo-interpretativo– comporta[1]. De hecho, diversos estudios evidencian diferentes patrones de movilidad según la disciplina científica, por ejemplo, en cuanto a destinos, duraciones o tasas de retorno (por ejemplo, Cañibano *et al*., 2008 o Andújar, 2012). Motivaciones, percepciones y redes, instituciones y prácticas científicas –los espacios de producción de conocimiento– son pues claves para comprender los procesos de movilidad y emigración de investigadores y para poder aplicar políticas oportunas en orden a su gestión eficiente.

4. RESUMEN Y CONCLUSIÓN

La caracterización teórica de los científicos y de sus movilidades ha venido evolucionando en el tiempo, junto con el desarrollo histórico de la realidad social y de las políticas en materia de movilidad y recursos humanos en ciencia y tecnología. De modo muy simplificado, se podría decir que la movilidad científica ha pasado de considerarse como un flujo mecánico y unidireccional de entradas y salidas de científicos, a concebirse como un proceso asociado a motivaciones y a entornos particulares de producción de conocimiento –redes, instituciones y prácticas científicas– susceptibles de evolucionar y reconfigurarse. Este reconocimiento de la naturaleza social y compleja de la movilidad permite identificar elementos explicativos de las movilidades y emigraciones de los científicos que el anterior enfoque pasaba por alto. Algunos de estos elementos son, por ejemplo, las motivaciones y perspectivas de los científicos –sus carreras investigadoras–, los espacios de interacción científica –como los grupos y proyectos de investigación y

[1] En concreto, el grado de materialidad de la práctica científica (es decir, de los objetos científicos particulares utilizados) influye en el tipo de movilidad internacional de sus investigadores, de tal forma que a mayor grado de materialidad, mayor vinculación a un lugar específico, y a mayor grado de inmaterialidad, mayor ubicuidad. Por su parte, el mayor grado de estandarización de la práctica científica (en criterios, fórmulas, equipos, métodos, etc.) favorecería una mayor colaboración internacional, y viceversa Jöns (2007).

sus investigadores principales–, los procesos de evolución de redes científicas –la desaparición, el mantenimiento, la creación y la integración de sus lazos– o las particularidades de las disciplinas científicas –sus culturas epistémicas–. Todos estos constituyen elementos que las políticas de movilidad habrían de considerar para mejorar su alcance y resultados, en particular en España, donde existen ciertos indicios de estar produciéndose una fuga de cerebros. Ahondar en la naturaleza social y compleja de la movilidad y en sus implicaciones parece pues relevante para comprender mejor los procesos y efectos de la movilidad y articular futuras políticas para su gestión más eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: «Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2013, núms. 365-366, págs. 1-68.

— «Séptimo informe INNOVACEF: una propuesta desde la JAE para mejorar la atracción y retención del conocimiento científico», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2012, núms. 353-354, págs. 205-264.

— «Tercer informe INNOVACEF: la respuesta de los científicos españoles en el extranjero y aportaciones desde la Federación de Jóvenes Investigadores», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2008, núms. 305-306, págs. 171-232.

— «Segundo informe INNOVACEF: aportaciones para el regreso de los investigadores españoles en el extranjero», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, noviembre 2007, núm. 296, págs. 145-194.

— «Primer informe INNOVACEF: aportaciones para mejorar el futuro de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, diciembre 2006, núm. 285, págs. 147-192.

ACEITUNO-ACEITUNO, P.; CAMPANARIO-HERNÁNDEZ M. L. y BURGOS-GARCÍA C.: «Sexto informe INNOVACEF: buenas prácticas en el Programa Torres Quevedo», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, octubre 2011, núm. 343, págs. 224-280.

— «Quinto informe INNOVACEF: evolución y futuro de las oficinas universitarias de transferencia de los resultados de la investigación», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, octubre 2010, núm. 331 págs. 201-256.

— «Cuarto informe INNOVACEF: inserción laboral de investigadores en empresas», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2009, núms. 317-318, págs. 217-272.

ANDÚJAR, I.: «La movilidad internacional de los investigadores y las redes científicas de colaboración: dos dinámicas entrelazadas. Un estudio desde la Economía del Conocimiento», tesis doctoral, Madrid, enero de 2012.

BEINE, M.; DOCQUIER, F. y H. RAPOPORT: «Brain drain and economic growth: theory and evidence», *Journal of Development Economics*, 64, 2001, págs. 275-289.

BHAGWATI, J. N.: «International migration of the highly skilled: economics, ethics and taxes», *Third World Quarterly*, 1 (3), 1979, págs. 17-30.

BHAGWATI, J. y W. DELLALFAR: «The brain drain and income taxation», *World Development*, 1 (1), 1973, págs. 94-101.

CAÑIBANO, C.; OTAMENDI, F. J. y ANDÚJAR, I.: «Measuring and assesing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal programme in Spain», *Research Evaluation*, 17 (1), 2008, págs. 17-32.

FERNÁNDEZ-ZUBIETA, A. F.: «Recognition and weak ties: Is there a positive effect of postdoctoral position on academic performance and career development?», *Research Evaluation*, 18 (2), 2009, págs. 105-116.

GRUBBEL, H. B. y SCOTT A. D.: «The international flow of human capital», *American Economic Association*, 56 (1/2), 1966, págs. 268-274.

INE: «Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología. Metodología» (http://www.ine.es/metodologia/t14/t1430225_09.pdf), 2009.

JONKERS, K. y TIJSSEN, R.: «Chinese researchers returning home: impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity», *Scientometrics*, 77 (2), 2008, págs. 309-333.

JÖNS, H.: «"Brain circulation" and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954-2000», *Global Networks*, 9 (3), 2009, págs. 315-338.

— «Transnational mobility and the spaces of knowledge production: a comparison of global patterns, motivations and collaborations in different academic fields», *Social Geography*, 2, 2007, págs. 97-114.

KNORR-CETINA, K.: *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*, Harvard University Press, 1999.

LUCHILO, L.: «Redes migratorias de personal calificado y fuga de cerebros», en M. Albornoz y C. Alfaraz (eds.), *Redes de conocimiento. Construcción, dinámica y gestión*, Buenos Aires: RICYT, 2006, págs. 235-256.

MAHROUM, S.: «The international policies of brain gain: a review», *Technology Analysis & Strategic Management*, 17 (2), 2005, págs. 219-230.

— «Highly skilled globetrotters: the international migration of human capital», *Journal of R&D Management*, 30 (1), 2000a, págs. 23-32.

— «Scientists and global spaces», *Technology in Society XX*, Fall, 2000b.

MELIN, G.: «Postdoc abroad: inherited scientific contacts or establishment of new networks?», *Research Evaluation*, 13 (2), 2004, págs. 95-102.

MEYER, J. B.: «Policy implications of the brain drain's changing face», 2003. Disponible en: http://www.scidev.net/en/science-and-innovation-policy/brain-drain/policy-briefs/policy-implications-of-the-brain-drain-s-changing-.html.

— «Network approach versus brain drain: lessons from the diaspora», *International Migration Quarterly Review*, 39 (5): págs. 91-110, Special Issue, diciembre 2001.

MEYER, J. B. y CHARUM, J. : «La fuite des cerveaux est-elle épuisée»?, *Cahiers des Sciences Humaines*, 31 (4), 1995.

MOUNTFORD, A.: «Can a brain drain be good for growth in the source economy»?, *Journal of Development Economics*, 53, 1997, págs. 287-303.

MORE: «Study on mobility patterns and career paths of EU researchers», Technical Report 2-Part I: Mobility Survey of the Higher Education Sector, 2010 (http://ec.europa.eu/euraxess/pdf/research_policies/MORE_HEI_report_final_version.pdf).

OCDE: «The brain drain: old myths new realities», *The OECD Observer*, mayo 2002.

PIERETTI, P. y ZOU, B.: «Brain drain and factor complementarity», *Economic Modelling*, 26, 2009, págs. 404-413.

SALT, J.: «International movement of the highly skilled», *OECD Occasional Paper*, núm. 3, París: OECD, International Migration Unit, 1997.

SAXENIAN, A. L.: «From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China», *Studies in Comparative International Development*, 40 (2), 2005, págs. 35-61.

— «Silicon Valley's new immigrant entrepreneurs», San Francisco, Public Policy Institute of California, 1999.

STARK, O.; HELMENSTEIN, C. y PRSKAWETZ, A.: «Human capital depletion, human capital formation and migration: a blessing or a "curse"?», *Economic Letters*, 60, 1998, págs. 363-367.

VAN DE SANDE, D.; ACKERS, H. L. y GILL, B.: «Impact assessment of the Marie Curie fellowships under the 4th and 5th Framework Programmes of Research and Technological Development of the EU (1994-2002)», 2005.

WONG, K. Y. y KEE, Y. C.: «Education, economic growth and brain drain», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 23, 1999, págs. 699-726.

WOOLLEY, R. y T. TURPIN: «CV analysis as a complementary methodological approach: investigating the mobility of Australian scientists», *Research Evaluation*, 18 (2), 2009, págs. 143-152.

WOOLLEY, R.; TURPIN, T. J.; MARCEAU y HILL, S.: «Mobility Matters: Research Training and network building in Science», *Comparative Technology Transfer and Society*, 6 (3), 2008, págs. 159-184.

CAPÍTULO

3

¿ES POSIBLE INVESTIGAR EN ESPAÑA?

Pilar Navas-Parejo García
Rosa María Huertas Penela
Javier Contreras Becerra
José Manuel Muñoz Félix
Miguel Ángel Fernández Rodríguez
Noelia Fernández Castillo

1. Situación de la carrera investigadora en España en los últimos 10 años
2. Situación de la carrera investigadora en la España actual
3. Ventajas del trabajo de investigación fuera de España
4. Distintas realidades

Bibliografía

1. SITUACIÓN DE LA CARRERA INVESTIGADORA EN ESPAÑA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

Supongamos que se pudiera viajar en el tiempo. Que una persona con vocación investigadora, del año 2014, retrocediera 14 años atrás. Un horizonte parecido, pero con diferentes matices, es el que se encontraría dicha persona si quisiera comenzar su carrera investigadora. A la altura del año 2000, quienes pretendían embarcarse en la aventura de investigar debían conseguir una beca predoctoral, haciéndolo en una situación laboral precaria (sin derecho a cotizaciones a la Seguridad Social, a baja por maternidad/paternidad, o a la prestación por desempleo, por ejemplo). Además, la consideración social del becario/a era reducida, en un contexto de existencia de becas y prácticas que no fomentaban una contratación estable. Se añadía a este complejo panorama la invisibilidad como colectivo en las políticas universitarias (como ocurrió en el informe Bricall) y la inestabilidad asociada a periodos sin remuneración.

Los investigadores en fase inicial o predoctorales y en fase de perfeccionamiento, conscientes de que no podían solo limitarse a su trabajo (puesto que el marco jurídico y sus condiciones laborales influían en aquel), empezaron a organizarse. Primero en estructuras informales (plataformas, colectivos), para después pasar a asociaciones, algunas de las cuales fundaron en ese mismo año 2000 la Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios (FJI/Precarios).

Las movilizaciones de la FJI/Precarios y sus asociaciones locales trajeron consigo la aprobación del Estatuto del Becario, del año 2003. Esta normativa establecía un modelo 2+2 en las ayudas predoctorales (dos años de beca, dos de contrato). Dadas sus carencias (la no obligatoriedad de su aplicación), suscitó la contestación de la FJI/Precarios. Tras la llegada al poder del Partido Socialista Obrero Español y nuevas negociaciones, se aprobó el Estatuto del Personal Investigador en Formación (EPIF). Este sí fijaba un modelo 2+2 para las convocatorias estatales. A pesar de estas mejoras, el EPIF no solucionó los problemas de fondo, y por eso fue considerado por la FJI Precarios como insuficiente. El problema estribaba en que no cumplía las condiciones pactadas por la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación y la FJI/Precarios, que garantizaba la inclusión en dicha normativa y la protección social, al menos parcial, para todos los investigadores sin excepción. Paralelamente, otras aso-

ciaciones federadas lograron de varios Gobiernos autonómicos inversiones y apuestas por un programa de ayudas predoctorales con mejores condiciones (1+3 en el caso de Andalucía o incluso 0+4).

Por otro lado, la financiación de la I+D+i experimentó un crecimiento notable, con varios programas y un desarrollo que permitía pensar en recuperar el tiempo perdido décadas atrás. Pero el estallido de la crisis y la adopción de recortes por parte del Gobierno central a partir de 2009 motivó la pérdida de recursos humanos (investigadores dedicados a tiempo completo), la existencia de grandes instalaciones infrautilizadas por falta de personal y el aumento del fenómeno conocido como «fuga de cerebros». En este contexto adverso, se produjo la aprobación de una nueva Ley de la Ciencia (LCTI) en 2011. La nueva ley suponía un avance por cuanto recogía una de las demandas de la FJI/Precarios por la que venía luchando desde hace tiempo: la desaparición de las becas de investigación y su sustitución por contratos. En su disposición adicional segunda indica que «en el plazo de dos años desde la entrada en vigor de esta ley, el Gobierno elaborará un estatuto del personal investigador en formación, que deberá someterse a informe previo del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación. Dicho estatuto sustituirá al actual Estatuto del Personal Investigador en Formación, e incluirá las prescripciones recogidas en la presente ley para el contrato predoctoral». Pero todavía no se ha publicado un borrador del nuevo EPIF, así como tampoco se ha creado la Agencia Estatal de Investigación (contemplada en la LCTI).

Además, el nuevo gobierno del Partido Popular, formado tras las elecciones generales de 2011, no solo no ha paralizado los recortes, sino que los ha profundizado (descenso del número de plazas de investigador en Organismos Públicos de Investigación, del número de ayudas para estancias predoctorales, del número de ayudas predoctorales, supresión de convocatorias posdoctorales en el extranjero y Juan de la Cierva del Ministerio y exigencia de cofinanciación de las nuevas posdoctorales por parte de los centros). Lo mismo que las comunidades autónomas gestionadas por otros partidos.

Queda claro por qué afirmábamos al principio que el horizonte de un investigador en 2014 era parecido, con diferentes matices: sigue existiendo una mala planificación de la carrera investigadora, con existencia de recursos humanos que realizan su trabajo como ISRR (Investigador Sin Remuneración Regulada), bien porque estén esperando la resolución de la siguiente ayuda o contrato al que han concurrido, bien por necesidad de finalizar su tesis o aumentar su currículum (CV), a la espera de obtener financiación.

Es cierto que se ha avanzado respecto a la fase predoctoral (ya solo se pueden convocar contratos, con todos los derechos laborales reconocidos durante todos los años de disfrute; la Inspección de Trabajo persigue las becas para hacer la tesis por cuanto encubren puestos de trabajo). Sin embargo, continúa sin darse solución a los miles de investigadores que finalizan su doctorado y deben optar por marcharse al extranjero o

reciclarse profesionalmente, ante la falta de oportunidades para continuar su carrera. Pocas son las comunidades autónomas que mantienen un programa de ayudas posdoctorales. Por ejemplo, Galicia o Andalucía. En esta última, a través de un quinto año tras el doctorado desaparecido en la actual convocatoria de 2014.

Al mismo tiempo, la apuesta de los años precedentes no repercutirá positivamente en España dados los vaivenes en los distintos presupuestos en I+D+i (aumento de partidas de créditos, que no tienen por qué gastarse; y disminución de las subvenciones, que deben ejecutarse, de las que salen sueldos de investigadores). A efectos prácticos, ha provocado que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) estuviera en peligro en 2012 y 2013; además de los impagos de Gobiernos autonómicos a las universidades.

2. SITUACIÓN DE LA CARRERA INVESTIGADORA EN LA ESPAÑA ACTUAL

Como hemos señalado anteriormente, se han experimentado avances en la mejora de las condiciones laborales de los investigadores predoctorales (contratos regulados por la Ley de la Ciencia). No obstante, continúa produciéndose un fenómeno de «cuello de botella» en la fase posdoctoral. De manera que no todos los que inician su doctorado y lo culminan con éxito pueden encontrar la financiación necesaria con la que continuar su carrera investigadora. Las políticas de austeridad (entre otras, la tasa de reposición del 10 % en las Administraciones públicas), empero, no ayudan en absoluto a clarificar la situación en favor de los investigadores.

Existen casos de empresas con fuerte presencia internacional (Henkel) que fomentan la realización de un post-doc en España, que permite que el investigador ejerza libremente dentro del contexto para producir artículos científicos, condicionándole sin embargo las patentes. Así, además de crear un entorno para que la investigación sea con propósitos útiles a la sociedad, le da la oportunidad de incluir en el CV la enorme experiencia, muy valorable para futuros procesos de selección, tanto en el entorno empresarial como académico. Estas transferencias se aprecian hoy en día en el primer organismo de investigación en España, el CSIC, que tiene implantado dentro de su política en ciertos centros programas de *networking*. En ellos, empresas y científicos se reúnen para profundizar sobre las ideas planteadas por los ciudadanos y plantear posibles proyectos de I+D+i de colaboración que respondan a las necesidades del consumidor.

Paralelamente, es cierto que también diversas instituciones externas se mueven para favorecer y apoyar al investigador. Así, David Alcántara, investigador y presidente

de la Sociedad para el Avance Científico, ha anunciado que el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo, a finales del pasado 2013, han dado luz verde al programa Horizonte 2020 (H2020, programa de financiación europea de apoyo a la investigación y a la innovación en Europa, desde el 2014 a 2020). El presupuesto que maneja es mucho mayor que el programa Marco, siendo una muy buena noticia para todos los investigadores que inician su carrera, tal como comenta el propio David. Las ayudas se darán para la capacitación y con el objetivo final de emplear a más de 65.000 investigadores, tanto para organizaciones como para investigaciones individuales.

En cualquier caso, la financiación de la investigación española parece pasar por la inversión europea y extranjera. Lo preocupante, pues, es que sea sin ningún incentivo por parte estatal, que, por sí mismo, reduce la inversión del propio país, desestabilizando el marco necesario para el investigador que comienza su actividad profesional.

3. VENTAJAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FUERA DE ESPAÑA

A continuación, planteamos qué ventajas presenta la investigación que se realiza fuera de España. Para ello, nos vamos a detener en tres perspectivas:

- **Ventajas en las posibilidades reales de hacer investigación.** La perspectiva que se tiene en el extranjero de la investigación que se realiza en España es de las mejores que se hacen a nivel internacional, y por ello es muy valorada. Las posibilidades reales de realizar un post-doc fuera dependen de muchísimos factores, en función del grupo de investigación diana y del CV del estudiante que se postula para el trabajo. En cualquier caso, se parte de la base de la transferencia de conocimientos, y de la conveniencia para ambas partes, siendo, como se ha comentado, muy valorada la ciencia española. Los investigadores que han estado buscando post-doc en el extranjero así lo constatan. Así que las posibilidades reales de hacer investigación fuera son mayores, por desgracia, que hacerlas en el propio país.
- **Ventajas respecto a la calidad de la investigación.** Es más que evidente que la calidad de la investigación tras una estancia, o un periodo en el extranjero, enriquece notablemente la rutina de trabajo en el más amplio sentido de la palabra. Por tanto, redunda en una mejora en la calidad tras la transferencia del conocimiento. La cuestión clave radica en que los periodos de investigación en el extranjero no sean obligatorios, dado que, por ejemplo,

también se ha comprobado que no se existe mucho apoyo para fomentar los post-doc de investigadores foráneos hacia laboratorios españoles, de la misma manera que se hace a la inversa. Así, la transferencia y el vector de conocimiento se desplazaría en ambos sentidos, no siendo necesario que el investigador español se vea empujado a salir de su país.

- **Ventajas en las condiciones laborales.** Las condiciones laborales se mejoran de una manera asombrosa cuando el investigador ha realizado una estancia fuera, siendo no solo apreciado en el ámbito investigador, académico, sino también a nivel empresarial. Este último entorno acoge numerosos profesionales (sobre todo salidos de las cocinas de los laboratorios), siendo muy apreciados los que han coqueteado con organismos extranjeros. La investigación en el extranjero es una excelente opción, con el inconveniente de que la cotización y beneficios derivados de esa investigación no sean reembolsables en España. Esta situación y lo que se deriva de ello (la desvinculación con España) crece exponencialmente con el incremento de la pérdida del sostén económico para el regreso, de forma que no se financian unas prestaciones por desempleo para su reincorporación, con las que beneficiarse por un tiempo.

En nuestro Informe de Carrera Investigadora, ICI, de 2013 (punto 3.4.3), indicamos que para coordinar políticas científicas coherentes resulta fundamental hacer un seguimiento real de los investigadores españoles que residen en el extranjero. Pensamos que alguna institución nacional (como la FECYT) debería crear una base de datos para conocer los detalles de los investigadores españoles que trabajan fuera del país. Cuando un investigador se traslade a otro país se debería promover su alta en la embajada, y la embajada debería notificar el alta a dicha institución estatal. Además, se debe garantizar el reconocimiento en el Estado español de la experiencia profesional adquirida en el extranjero, para promover así la reincorporación de investigadores al sistema español de I+D+i dentro de la categoría que le corresponda, y no por debajo de esta.

4. DISTINTAS REALIDADES

No se puede generalizar a la hora de analizar la investigación fuera de España, puesto que nos encontramos con una realidad dual: los investigadores que han podido continuar su carrera en el extranjero y los que, habiéndola ejercido un tiempo, han tenido que regresar a España.

Los investigadores españoles que han tenido que salir fuera empezaron a organizarse, de forma que ya existen las siguientes asociaciones de científicos: CERFA (Alemania), CERU (Reino Unido), ACES (Suecia), CED (Dinamarca), ECUSA (Estados Unidos), CEP (Pacífico) y CEA (Asia).

En cuanto a la segunda casuística, ha dado lugar a la iniciativa de un grupo de investigadores (Proyecto CRE). En dicho proyecto buscan personas con ganas de trabajar de forma altruista y de implicarse en la creación de esta nueva sociedad para implantar las buenas costumbres científicas que muchos de ello han disfrutado y aprendido en otros países que cuentan con una mayor tradición investigadora y mayor apoyo social al I+D+i. Cuentan con la ventaja de su experiencia asociativa (algunos de ellos han pertenecido previamente a sociedades de investigadores españoles en el extranjero, como CERU o CERFA). Entre sus objetivos, figuran:

- Impulsar la proyección de los científicos que ya han dejado atrás su primera etapa como investigadores y que no cuentan con el apoyo institucional o la formación profesional continuada que se ofrecen en muchos centros de investigación punteros. Por eso quieren ofrecer herramientas de formación integral centradas en las necesidades reales de los investigadores desde sus últimas etapas como investigadores posdoctorales.
- Aprender a comunicar nuestro trabajo a la sociedad para sentar las bases de una futura generación de ciudadanos que entienda, aprecie y apoye la labor de los investigadores.

Precisamente, los investigadores se han dado cuenta de la importancia de hacer valer su trabajo ante la sociedad. Quizás, la idea del científico como un ente apartado del mundo, inmerso en un mundo creativo pero aislado, no ha favorecido en absoluto a que la sociedad se dé cuenta de la repercusión positiva que tiene en su vida cotidiana. Por eso, la promoción de Semanas de la Ciencia y otras actividades divulgativas abrirían nuevos caminos para hacer tangibles sus aportaciones.

En definitiva, la propuesta para generar confianza y un plan eficaz para sostener la investigación en España comenzaría por un comportamiento y planificación acordada entre los órganos y unidades de gerencia, Administraciones del Estado, y fuentes privadas y los propios centros de investigación. Hoy en día, una utopía por la que la FJI/Precarios sigue luchando y aunando esfuerzos. Por lo pronto, un paso adelante en la necesidad de que la inversión en I+D+i no esté sometida a vaivenes políticos fue la firma del acuerdo parlamentario en diciembre de 2013, suscrita por todos los grupos, a excepción del Partido Popular. Incluso así, la FJI/Precarios y sus asociaciones locales no cejarán

en su empeño de recordarles a las distintas Administraciones públicas sus obligaciones de cara a financiar de manera estable la investigación con fondos públicos y no dejarlo todo a la iniciativa privada.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ PÉREZ, X. A: «La Precariedad en la investigación española», *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, vol. 8 (1), 2009, págs. 123-136. Disponible en: http://www.acme-journal.org/vol8/P%C3%A9rez09.pdf.

FJI/PRECARIOS: «Año nuevo, misma tomadura de pelo», 21 de enero de 2014. Disponible en: http://www.precarios.org/article319.

— «Firma del Acuerdo parlamentario por I+D+i. Un compromiso histórico por el futuro», 19 de diciembre de 2013. Disponible en: http://www.precarios.org/article318.

— «Otra oportunidad perdida/Another wasted opportunity. El presupuesto para I+D para 2014 se mantendrá bajo mínimos/Spanish R+D budget for 2014 to be kept at minimum levels», 30 de septiembre de 2013. Disponible en: http://www.precarios.org/article308.

— *Informe de Carrera Investigadora (ICI)*, 2013. Disponible en: http://www.precarios.org/Informe+Carrera+Investigadora+2013

CAPÍTULO

4

UNA EXPERIENCIA CIENTÍFICA EN EL EXTERIOR. INVESTIGAR EN LOS ESTADOS UNIDOS

José Joaquín Escudero Garzás

1. Introducción
2. Motivación
3. El sistema de financiación de investigación estadounidense
   - 3.1. Financiación pública: agencias gubernamentales
   - 3.2. Financiación privada: benefactores y empresas
   - 3.3. Otras características relevantes del sistema de investigación estadounidense
4. Desarrollo de la estancia como investigador asociado en la Universidad de Virginia
5. ¿Y después de la estancia en la Universidad de Virginia?
   - 5.1. Investigador en centros de investigación europeos
   - 5.2. Profesor ayudante doctor (*assistant professor*) en los Estados Unidos
   - 5.3. Investigador en compañías o centros gubernamentales estadounidenses
   - 5.4. Profesor ayudante doctor en España
6. Conclusión

Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda de que el progreso y el bienestar de la sociedad están directamente relacionados con nuevos descubrimientos y hallazgos científicos en campos tan dispares como la medicina o las nuevas tecnologías. Y este progreso se consigue gracias al trabajo realizado en investigación, en el desarrollo de nuevas soluciones, técnicas, métodos y productos, y en la innovación, lo que se conoce comúnmente como el sistema de I+D+i. De estos tres pilares, la investigación corresponde a la realización de una búsqueda original y planificada, con el objetivo de descubrir nuevos conocimientos y una mayor comprensión en un determinado ámbito de conocimiento. Asimismo, la investigación constituye la base sobre la que se asientan el desarrollo y la innovación, cuyo fin es la aplicación de los resultados de la investigación para obtener nuevos productos, materiales, procesos o sistemas, o una mejora sustancial de los ya existentes.

Tradicionalmente España ha sido un país eminentemente exportador de investigadores, como reflejan los datos de perspectivas de los jóvenes investigadores que trabajan en España con respecto a su marcha al exterior del octavo informe INNOVACEF (Aceituno, 2013). Esto es indicativo de dos circunstancias:

- Primero, que la infraestructura investigadora no es adecuada.
- Segundo, que la calidad de los investigadores y su formación es lo suficientemente buena como para poder realizar su trabajo en otros países.

Este fenómeno, conocido como *brain drain* o fuga de cerebros, a mi juicio personal en nada beneficia al país ya que los investigadores, ya formados, son aprovechados por otros países sin revertir nada al país formador de origen. A pesar de algunos recientes esfuerzos por retornar a investigadores a España, como el programa Ramón y Cajal y otros dependientes de la Comisión Europea como las Marie Curie Career Integration Grants (CIG), no parecen suficientes para el retorno de los numerosos investigadores españoles en centros de todo el mundo, sobre todo teniendo en cuenta las políticas de recortes aplicadas en investigación por los dos últimos Gobiernos de España y que el programa Ramón y Cajal ha resultado ser un fiasco a medias.

En esta ponencia la pretensión es ilustrar mi experiencia como investigador en la primera potencia mundial en investigación, los Estados Unidos. Siendo cierto que por

tamaño y volumen a priori ambos países no son comparables, también lo es que países mucho más pequeños como Suecia, Suiza o Países Bajos, por poner algún ejemplo, se encuentran muy por delante de España en cuanto a cultura e infraestructuras investigadoras. También destacar que todo lo aquí expuesto está centrado en la investigación en el área de la ingeniería eléctrica y de telecomunicación (*electrical engineering*)[1] con lo que algunas conclusiones podrían no resultar extensivas a otras áreas de investigación.

2. MOTIVACIÓN

Tras concluir una estancia posdoctoral en la Universidad Autónoma de Barcelona en septiembre de 2012, tuve que afrontar la decisión de cuál sería el próximo paso en mi carrera como investigador. Las posibilidades eran varias: optar a una plaza docente en alguna universidad española o extender mi experiencia posdoctoral con una estancia investigadora, bien en España o bien en el extranjero. En esos momentos la reducción del gasto público se encontraba en pleno «auge», por lo que el número de plazas ofertadas en las universidades españolas era ciertamente exiguo, lo que me determinó a ampliar mi experiencia posdoctoral en otro año más. Habiendo tomado esta decisión, tuve la fortuna de poder elegir entre cuatro ofertas diferentes, dos en universidades públicas de Barcelona, otra en el Hamilton Institute de la National University of Ireland at Maynooth, y una última en la Universidad de Virginia, en los Estados Unidos.

Siempre tuve claro que una experiencia en el extranjero sería mucho más provechosa que permanecer en España: formas distintas de hacer y plantear las cosas, mejorar el inglés, todo ello en centros de investigación de prestigio, eran algunas de las razones para dar el salto a otro país, cuestiones que se añadían a participar en proyectos de investigación muy interesantes. Por tanto, la decisión final la tomé considerando las opciones de Irlanda y Virginia. En este sentido, la oferta del Hamilton Institute contemplaba una duración de dos años, por uno la de la Universidad de Virginia, y en ambos casos los responsables del proyecto eran destacados investigadores reconocidos en sus respectivas áreas, pero distintos factores me hicieron inclinarme por trasladarme a los Estados Unidos para trabajar como investigador asociado durante un año (12/2012-11/2013). En primer lugar, sin desmerecer la oferta del Hamilton Institute, el proyecto investigador era más atractivo y con una planificación más acorde con mis expectativas de desarro-

[1] Pueden resulta dificultoso encontrar algunos términos específicos en su contexto original en inglés, por lo que entre paréntesis y en cursiva he añadido el término original para aquellos lectores que puedan estar interesados en un mayor detalle.

llo profesional. En segundo lugar, ofrecía la oportunidad de profundizar en el área de optimización con aplicación a los sistemas de comunicaciones, lo cual era del máximo interés para mí con vista a futuras líneas de investigación. Por último, la experiencia de residir e investigar en los Estados Unidos siempre es un valor añadido a otros factores, no en vano el sistema de investigación estadounidense está por encima del resto como indica el informe de QS (QS World University Rankings, 2014).

3. EL SISTEMA DE FINANCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN ESTADOUNIDENSE

Una de las grandes diferencias que existen entre el sistema investigador estadounidense y el español radica en la obtención de financiación para la investigación. Esta diferencia no es solo cuantitativa, sino que en los Estados Unidos la investigación está sustentada tanto en la financiación pública como en fondos procedentes de la empresa privada.

3.1. FINANCIACIÓN PÚBLICA: AGENCIAS GUBERNAMENTALES

El sistema investigador de los Estados Unidos se nutre, en buena parte, de las ayudas públicas de financiación, que provienen en gran medida de las agencias gubernamentales. Estas convocatorias de ayuda suelen ser bastante competitivas, como por ejemplo los fondos procedentes de la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) o la National Science Foundation (NSF), lo cual fomenta la alta calidad de las propuestas. DARPA es un programa creado por Eisenhower en 1958 con el propósito de dar forma y ejecutar proyectos de investigación y desarrollo para expandir las fronteras de la ciencia y el conocimiento, y aunque en principio su enfoque era militar, desde los años 70 ha dado cabida a todo tipo de proyectos de investigación con aplicaciones civiles. Su presupuesto para el año 2014 es casi de 3.000 millones de dólares. La NSF, agencia gubernamental creada en 1950, apoya la investigación y educación fundamental en las áreas de las ciencias y la ingeniería, excluyendo la investigación médica (para ello existe otra agencia específica, la National Institutes of Health, NIH), y cuenta para el año 2014 con un presupuesto aproximado de 7.600 millones de dólares[1]. Es clara por tanto la existen-

[1] Notar que, en el caso de España, el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, en su última convocatoria correspondiente al año 2013, tiene un presupuesto aproximado de 1.290 millones de euros, incluyendo subvenciones y préstamos.

cia sostenida durante largo tiempo de una infraestructura de financiación que contribuye muy positivamente al sistema de investigación estadounidense.

Una característica a destacar de las mencionadas agencias y de otras es que frecuentemente mantienen convocatorias abiertas durante todo el año, sin un calendario fijo, para proyectos que no requieran una elevada financiación (del orden de centenares de miles de dólares). Además, es también frecuente que exista un contacto previo entre la institución que solicita la financiación y la agencia financiadora a fin de discutir aspectos concretos de la propuesta, de forma que la agencia financiadora proporciona *feedback* sobre áreas o puntos claves que está interesado en financiar.

3.2. FINANCIACIÓN PRIVADA: BENEFACTORES Y EMPRESAS

Por lo que se refiere a las universidades, incluso las públicas como la Universidad de Virginia, reciben fondos y donaciones provenientes de particulares y antiguos alumnos (*alumni*), que permiten dotar de infraestructura a la universidad, tanto para docencia como para investigación. Es habitual que existan salas, laboratorios, e incluso edificios, que se denominen con el nombre de la persona que donó los fondos para la construcción de dicha infraestructura. Bien es cierto que estas donaciones conllevan una importante deducción fiscal en materia de impuestos, pero en definitiva son fondos que se destinan tanto a la investigación como a la mejora de la docencia universitaria.

En cuanto a las empresas, existe una relación bastante intensa entre estas y los centros de investigación, sean universitarios o no, siendo muy habitual que las empresas colaboren con las universidades a través de contratos de investigación. Por ejemplo, en el caso del Department of Systems and Information Engineering (DSYS) de la Universidad de Virginia, donde llevé a cabo mi labor como investigador, existe relación entre otras con la NASA y la Commonwealth Computer Research, Inc. Asimismo, es muy común que profesionales de reconocido prestigio pasen a formar parte del personal docente universitario (*faculty*). En el caso del DSYS, el profesor Dr. Barry Horowitz constituye un buen ejemplo del beneficio que puede reportar esta circunstancia: el profesor Horowitz es el director del departamento y ha desarrollado su carrera fuera del ámbito universitario, habiendo sido presidente de MITRE Corporation, una corporación de referencia en asesorar al Gobierno de los Estados Unidos sobre ingeniería y aspectos técnicos en general. De esta manera, es posible incorporar aspectos del punto de vista empresarial a los órganos de gestión y gobierno de la universidad.

Por otro lado, al contrario de lo que sucede en España, muchas empresas consideran que la base del desarrollo tecnológico es la investigación, por lo que disponen de departamentos de investigación, I+D o I+D+i realmente fuertes. Es el caso de gigantes como

Qualcomm, Amazon, Google o Microsoft, pero también de empresas de mucho menor tamaño que apuestan por realizar inversiones considerables en investigación para obtener una posición competitiva más sólida.

3.3. OTRAS CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN ESTADOUNIDENSE

En general, tanto los estudiantes predoctorales (*graduate students*) como los investigadores posdoctorales conforman unos colectivos que no se relacionan fácilmente ni con los estudiantes de grado (*undergraduate*) ni con el personal docente (*faculty*). En los Estados Unidos existen asociaciones de estudiantes graduados e investigadores posdoctorales que tienen como finalidad facilitar su integración en el nuevo entorno de trabajo, con la particularidad de que en los Estados Unidos un alto porcentaje de estudiantes de doctorado e investigadores posdoctorales son extranjeros. De hecho, existe incluso un asociación nacional de investigadores posdoctorales, la National Postdoctoral Association. Además, las propias universidades, generalmente a través de sus departamentos de Recursos Humanos, proporcionan servicios específicos para ambos colectivos, tales como formación, orientación profesional o ventajas financieras.

Para un investigador, es importante contar con una infraestructura adecuada que le permita acceder a los recursos que le sean necesarios. En mi caso, es fundamental poder contar con acceso a fondos bibliográficos lo más extensos posible, incluyendo libros y manuales y bases de datos electrónicas. Por otro lado, mis líneas de investigación tratan fundamentalmente sobre sistemas de comunicaciones, y su rendimiento no puede ser probado sobre sistemas reales bien porque no es posible construir dicho sistema por limitaciones tecnológicas, bien por su elevado coste. Por tanto, una práctica muy extendida en el campo de las comunicaciones es realizar simulaciones del sistema propuesto implementándolo mediante código (*software*) en lenguajes como C o Matlab.

El problema es que estas simulaciones suelen requerir una capacidad de computación que no está disponible en los PC convencionales, por lo que es necesario emplear sistemas de computación de alta capacidad (*clusters*) para llevar a cabo la simulación. Esta infraestructura estaba disponible en la Universidad de Virginia para todos los investigadores de la universidad, lo cual facilita significativamente la obtención de resultados. Además, la propia universidad, teniendo presente el elevado porcentaje de personal investigador extranjero, proporciona servicios y cursos gratuitos para perfeccionar el inglés, incluyendo un servicio de revisión de artículos (*papers*) que el investigador desee enviar para su posible publicación en revistas científicas o aceptación en congresos.

4. DESARROLLO DE LA ESTANCIA COMO INVESTIGADOR ASOCIADO EN LA UNIVERSIDAD DE VIRGINIA

El objetivo a cubrir trabajando un año en el DSYS de la Universidad de Virginia era mejorar mis conocimientos sobre optimización para poder aplicarlos a la resolución de problemas matemáticos complejos que modelan sistemas de comunicaciones. Este objetivo se vio largamente cumplido gracias a mi colaboración con el profesor Dr. Alfredo García, y ha dado como resultado un artículo aceptado en la revista *IEEE Transactions on Communications* (primer cuartil del índice *Journal Citacion Report* del área de Telecomunicaciones) y otro artículo que será enviado para revisión próximamente.

Aparte de los conocimientos adquiridos, he tenido la oportunidad de colaborar en la preparación de tres propuestas para distintas agencias dependientes del Departamento de Defensa, centradas una en la utilización eficiente del espectro radioeléctrico y las otras dos en un sistema inalámbrico de avisos para entornos hospitalarios. Uno de los motivos por los que me incorporé al DSYS fue mi conocimiento sobre comunicaciones inalámbricas, pues el DSYS ha empezado a interesarse en esta área y requería investigadores con experiencia en ella, de forma que mi participación en la elaboración de las propuestas se centró en preparar la parte correspondiente a comunicaciones inalámbricas. Esta colaboración creo que tiene un especial valor, ya que me ha permitido tener un contacto con otros profesores de este y otros departamentos y otros centros de investigación, tomar contacto con el sistema de financiación pública de los Estados Unidos, y ampliar mis conocimientos en áreas diferentes como, por ejemplo, los servicios de comunicaciones necesarios en hospitales.

Dado que el DSYS es un departamento cuya especialidad es la ingeniería de sistemas, mi contacto y debate con colegas del departamento me ha hecho interesarme por áreas diferentes a mi campo inicial, como las redes de sensores para pacientes o la configuración de un escenario de pruebas (*test bed*) basado en radios cognitivas para probar algoritmos de gestión de espectro radioelélectrico. Esto, unido al hecho de que mi colaboración con el profesor Alfredo García resultaba satisfactoria para ambas partes, me movió a plantearme la posibilidad de extender otro año más mi estancia en la Universidad de Virginia. Lamentablemente eso resultaba difícil en los Estados Unidos por varias razones:

- En ese momento los presupuestos gubernamentales habían sufrido un considerable recorte, lo cual hacía difícil obtener financiación con poca antelación.

- Actualmente, por motivos de seguridad, los proyectos que obtienen financiación gubernamental en un alto porcentaje exigen del personal vinculado a los mismos la security clearance, un estatus que permite acceder a información clasificada y que solo se concede a ciudadanos estadounidenses previa comprobación de los registros penales y financieros.

5. ¿Y DESPUÉS DE LA ESTANCIA EN LA UNIVERSIDAD DE VIRGINIA?

Tras el año en la Universidad de Virginia debía plantearme cuál sería el siguiente paso. Si bien mi objetivo final es poder desarrollar mi labor docente e investigadora en España, la continuidad en las líneas de investigación que estaban en marcha con la Universidad de Virginia era mi primera prioridad. Sin embargo, aunque la mejor opción desde mi punto de vista hubiera sido prolongar la estancia en el DSYS, esta continuidad era bastante improbable, por lo que tomé en consideración otras opciones diferentes, que se exponen a continuación. Hay que aclarar aquí, además, que generalmente el proceso de búsqueda de un nuevo destino y los procesos de selección llevan varios meses, sobre todo en el caso de universidades y centros de investigación públicos.

5.1. INVESTIGADOR EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN EUROPEOS

Actualmente es factible trabajar como investigador en centros europeos (universidades, institutos), concentrándose la oferta en el ámbito de las comunicaciones sobre todo en el Reino Unido, Suiza, Alemania y los países nórdicos. La diferencia con respecto a España es muy notoria, pues la oferta para investigar en centros españoles relacionados con el ámbito de la ingeniería es prácticamente inexistente.

5.2. PROFESOR AYUDANTE DOCTOR (*ASSISTANT PROFESSOR*) EN LOS ESTADOS UNIDOS

Atractivo a priori, los procesos de selección para *assistant professor* comienzan prácticamente un año antes de la incorporación al puesto, que usualmente es en agosto. Aparte de las dificultades con los plazos, el proceso de selección incluye entrevistas con diferentes estamentos de la universidad (alumnos, profesorado) y presentaciones del currículum típicamente durante dos días, por lo que es imprescindible estar en territorio

estadounidense. Por otro lado, uno de los principales compromisos de un *assistant professor* es conseguir financiación externa. Esto implica una dedicación considerable a la preparación de propuestas de proyectos, lo cual es incompatible con mi principal motivación de investigar.

5.3. INVESTIGADOR EN COMPAÑÍAS O CENTROS GUBERNAMENTALES ESTADOUNIDENSES

La investigación privada o en centros gubernamentales en los Estados Unidos proporciona bastantes posibilidades. Compañías como Qualcomm, Amazon o Verizon, agencias ligadas a departamentos como el de Defensa, o laboratorios como Sandia National Laboratories, Los Alamos National Laboratory o Oak Ridge National Laboratory ofrecen una amplia gama de posibilidades para llevar a cabo investigación de calidad. No obstante, la ya mencionada exigencia de la *security clearance* y los permisos de trabajo necesarios dificultan considerablemente el poder optar a la mayoría de estos puestos.

5.4. PROFESOR AYUDANTE DOCTOR EN ESPAÑA

Por las actuales circunstancias de nuestro país, la oferta de empleo público, tanto de funcionarios como de personal contratado, es muy reducida, lo que redunda negativamente en el número de plazas ofertadas, especialmente en el ámbito universitario. Aun así, la figura de ayudante doctor es una opción que permite una cierta estabilidad (hasta un máximo de 5 años) con una carga docente de 18 créditos. Uno de sus principales inconvenientes es la remuneración, puesto que es aproximadamente la mitad de lo que recibe un investigador asociado en la Universidad de Virginia.

6. CONCLUSIÓN

Personalmente, la experiencia investigadora en los Estados Unidos ha sido muy satisfactoria, hasta el punto de que si hubiera sido posible hubiese extendido mi contrato por al menos un año más para poder dar continuidad a las líneas investigación allí empezadas y poder profundizar más mi conocimiento en optimización aplicada a comunicaciones. También pesa bastante en esta consideración el hecho de que el entorno de trabajo fue cómodo y con todos los medios adecuados. No obstante, al no ser posible prolongar este

contrato, las opciones de permanecer en los Estados Unidos quedaron muy limitadas. El retorno a España, donde actualmente ocupo una plaza de profesor ayudante doctor, aun siendo la opción que uno puede desear para establecerse definitivamente y aportando una cierta estabilidad, no está a la altura de otras ofertas europeas ni en medios, ni en términos económicos, ni en proyectos, aunque permite seguir realizando investigación de forma razonable.

No cabe duda por tanto de que iniciativas que reviertan la tendencia de *brain drain* a *brain gain* (ganancia de cerebros científicos), como es el caso del proyecto IBGE de la Universidad a Distancia de Madrid (Udima), son absolutamente necesarias para dotar a España de un sistema de investigación serio y de sólida base.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: «Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2013, núms. 365-366, págs. 1-68.

QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS: *QS World University Rankings by Subject 2014 Statistics & Operational Research*. From QS Top Universities: http://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2014/statistics-operational-research#sorting=rank+region=+country=+faculty=+stars=false+search=, 2014.

CAPÍTULO

5 APOYO A LA MOVILIDAD DE LOS INVESTIGADORES

Cecilia Cabello Valdés

1. Comunidades de científicos españoles en el extranjero
2. Red EURAXESS
3. Guía para la gestión de la movilidad del personal investigador extranjero en España
4. Red de diplomacia científica

En esta aportación se muestra una relación de las actividades y servicios que ofrece la Federación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en apoyo de la movilidad de los investigadores nacionales e internacionales. Dentro de estos servicios y actividades es importante destacar que también se encuentran aquellos más específicos relacionados para el establecimiento de contacto y colaboración con la comunidad científica española en el exterior.

1. COMUNIDADES DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN EL EXTRANJERO

Con la finalidad de mantener el vínculo con los investigadores españoles en el extranjero, la FECYT apoya la creación de comunidades de investigadores españoles en el extranjero.

Estas comunidades tienen como objetivo favorecer la relación entre los investigadores que están trabajando fuera de España, y organizan de manera regular eventos y actividades de distinta índole («Día de la Ciencia Española», *workshops*, reuniones sociales, entre otros).

La constitución, integración y mantenimiento de estas comunidades requiere la implicación directa de los investigadores, mientras que la FECYT actúa de catalizador aumentando su visibilidad y apoyándolas en el desarrollo de sus actividades.

Con el fin de mejorar el apoyo a estas comunidades, como proyecto piloto la FECYT ha creado la figura del colaborador para asuntos científicos destinado en las embajadas españolas de los principales países receptores de talento investigador español.

2. RED EURAXESS

Se trata de una iniciativa paneuropea que se estructura en redes nacionales. El objetivo de la red es dar una atención personalizada a investigadores que se desplacen hacia o entre países de la Unión Europea y países asociados.

La FECYT coordina a nivel nacional EURAXESS España, que consta actualmente de más de 90 centros ubicados en fundaciones públicas y privadas, universidades, organismos públicos de investigación, centros tecnológicos y otros agentes del sistema español de ciencia, tecnología e innovación (SECTI).

La red EURAXESS apoya a los investigadores, independientemente de su área de especialización, nacionalidad y/o destino, en cuestiones administrativas importantes a la hora de realizar su traslado. Mediante el asesoramiento sobre temas tales como financiación europea en I+D+i, tramitación de visados u homologación de títulos, entre otros, se pretende facilitar el proceso de llegada e integración del científico al destino elegido para el desarrollo de su carrera investigadora.

EURAXESS es una iniciativa de la Comisión Europea que cuenta con más de 300 centros de apoyo al investigador y 40 países adscritos. Actúa como instrumento de apoyo para la consecución de objetivos estratégicos del Espacio Europeo de Investigación (ERA) como son la eliminación de barreras a la movilidad y la atracción y retención de talento investigador hacia Europa.

Para llevar a cabo estos objetivos se cuenta con los siguientes instrumentos[1]:

- EURAXESS Services. Asesoramiento en materia de movilidad investigadora (trámites administrativos y requisitos legales).
- EURAXESS Jobs. Publicación de ofertas de empleo en I+D+i por la entidad interesada, como la publicación de currículums de investigadores.
- EURAXESS Rights. Recomendaciones de la Comisión Europea para la atracción de talento investigador (Código de Conducta para la Contratación de Investigadores, Carta Europea del Investigador y Visado Científico).
- EURAXESS Links. Conexión de la comunidad investigadora europea a nivel mundial, acceso a foros, bases de datos, boletines informativos, alertas de correo, entre otras actividades y servicios.

La FECYT es la entidad coordinadora de la red en España. Desde su creación en 2004 la red EURAXESS España[2] ha ido creciendo y cuenta actualmente con más de 90 centros repartidos por las comunidades autónomas y ubicados dentro de los diferentes agentes del SECTI.

1 Para más información: http://ec.europa.eu/euraxess/.

2 Para más información: http://www.euraxess.es.

Estas instituciones actúan como punto de contacto directo con los investigadores, sus familias y las instituciones de acogida, siendo conocedores de primera mano de los problemas de índole administrativa en materia de movilidad que afectan a la comunidad científica.

Para conseguir mejorar la conexión de la comunidad investigadora en el exterior, desde la FECYT se ha creado el Directorio de Investigadores con el objetivo de facilitar la creación de vínculos con el personal investigador desplazado en el extranjero.

El registro en esta base de datos permite acceder a los siguientes servicios:

- Búsqueda y localización de otros investigadores españoles en el extranjero. Ayuda a identificar a otros investigadores que también se encuentren fuera de España y con quienes pueda resultar de interés contactar, por motivos científicos (colaboraciones en proyectos de investigación o consultas relacionadas con el área de conocimiento, por ejemplo) o personales (mismo destino en el extranjero, entre otros).
- Colaboración con el sistema español de I+D+i. Se facilita la posibilidad de pasar a formar parte de la base de datos de la FECYT, que colabora con agencias de evaluación, centros de investigación y Administraciones públicas para buscar expertos españoles en el extranjero.
- Al darse de alta en el directorio, la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) o cualquier otra entidad del sistema español de I+D+i que colabore con la Fundación podrá ponerse en contacto con aquellos investigadores que por especialidad e idioma puedan ser de utilidad para los procesos de selección.
- Publicación de artículos y noticias en el Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC) de la FECYT. El SINC es el primer servicio de información científica en español, de ámbito estatal y público. Es una agencia de noticias especializada y rigurosa que apuesta por la actualidad científica de interés social. Los contenidos que produce el SINC están publicados bajo una licencia *creative commons*. El objetivo del SINC es aumentar la presencia de informaciones científicas de calidad en los medios de comunicación, como vehículos para acercar la ciencia a la ciudadanía. El SINC publica las aportaciones científicas y hallazgos provenientes de los investigadores a través de:
  - Noticias, reportajes, entrevistas, fotografías, ilustraciones, infografías y vídeos.

– Reflexiones y debates desde una sección de opinión.

– Una red de interlocutores con medios de comunicación españoles. Aquellos interesados en formar parte de la agenda de investigadores solo tienen que enviar su currículumn y una fotografía.

– El SINC siempre revisa sus informaciones con los investigadores implicados para que no se cometan imprecisiones al explicar los detalles de una investigación. Las noticias podrán aparecer en cualquier medio que desee publicarla, siempre que se mencione la fuente[1].

EURAXESS TOP II es un proyecto europeo del 7.º Programa Marco coordinado por la FECYT que trabaja para reforzar la iniciativa EURAXESS en los 40 países en los que está presente.

El consorcio del proyecto está formado por 17 centros coordinadores de 17 países miembros de la iniciativa. Además, a través de sus actividades potencialmente pueden participar la totalidad de redes nacionales que componen EURAXESS.

Los objetivos concretos del proyecto son:

- Conseguir que más grupos de interés de la iniciativa EURAXESS se impliquen en sus actividades. Esto incluye la ampliación de la red, pero también alcanzar otros sectores que tradicionalmente no han sido clientes de EURAXESS, como el sector privado.
- Mejorar las capacidades de los centros de servicio EURAXESS de todas las redes nacionales con el fin de hacerlos aún más eficaces. Esto incluye actividades de formación para miembros de la red, un sistema de visitas de estudio para el intercambio de buenas prácticas o apoyos concretos para mejorar los portales (páginas web) nacionales, la principal tarjeta de presentación de EURAXESS.
- Mantener EURAXESS presente en la agenda política dando visibilidad a sus actuaciones en foros relevantes, e identificando sinergias y posibles colaboraciones con otras organizaciones en el ámbito de las políticas de apoyo a la movilidad del personal investigador.

[1] Para inscribirse, se facilita el siguiente enlace: http://www.euraxess.es/redes/como-registrarse.

A parte de los productos y actividades desarrollados por los socios del proyecto en beneficio de toda la iniciativa, prácticamente una tercera parte del presupuesto total está destinado a ser repartido entre todas las redes nacionales a través de una convocatoria interna. Esta financiación podrá ser utilizada por cada red nacional tanto para participar en las actividades o eventos organizados por el consorcio TOP II (actividades de formación, visitas de estudio, implementación de mejoras en los portales nacionales, actividades de promoción coordinadas, por ejemplo), como para organizar actividades propias encaminadas a reforzarse.

3. GUÍA PARA LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR EXTRANJERO EN ESPAÑA[1]

Con el fin de contribuir a impulsar la movilidad y el desarrollo de la carrera investigadora en España, la FECYT edita, en inglés y en español, la «Guía para la gestión de la movilidad de personal investigador extranjero en España-2014», dirigida a los agentes del SECTI que asesoran a científicos extranjeros.

Con ella se quiere dar respuesta a los interrogantes que cualquier investigador se haga antes, durante y después de emprender el viaje de investigar en España.

Los primeros capítulos de la guía están dedicados a «Horizonte 2020», al desarrollo de la carrera investigadora en España, la protección de I+D y la homologación de títulos extranjeros.

No podría faltar en la guía un capítulo explicando las condiciones de entrada y residencia en España para los investigadores extranjeros, ni aspectos tales como los impuestos, subsidios, asistencia sanitaria, entre otros.

Para la elaboración de esta guía y con el fin de asegurar el rigor técnico de la información contenida en esta publicación, la FECYT ha contado con la participación de expertos de los diferentes ministerios involucrados en la movilidad de investigadores. Se han recibido aportaciones del Ministerio de Economía y Competitividad, del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, del Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación y del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

[1] Para acceder a la guía completa: http://www.euraxess.es/esl/servicios/guia-del-investigador-extranjero-en-espana-2014

4. RED DE DIPLOMACIA CIENTÍFICA

El Club de Diplomáticos está formado por representantes de las embajadas extranjeras en España en el ámbito de ciencia e innovación. Se trata de dar apoyo a estos consejeros científicos de las embajadas en sus actividades relacionadas con la ciencia e innovación en España, política científica, de investigación, y también de la creación de las comunidades de científicos de investigadores de sus respectivos países que se encuentran en España.

CAPÍTULO

6

DIVULGACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA AL SERVICIO DEL BRAIN GAIN. WWW.MADRIMASD.ORG, UNA PLATAFORMA DE ENCUENTRO Y DIÁLOGO ABIERTA A TODOS

Teresa Barbado Salmerón
Consuelo Serrano Murias

1. La comunicación científica, clave en el diálogo entre ciencia, tecnología, innovación y sociedad
2. www.madrimasd.org, una plataforma de encuentro y diálogo abierta a todos
3. Notiweb madri+d, un proyecto de comunicación pionero
4. Blogs madri+d, compromiso social por la ciencia
5. PlazaScience, la red social de la ciencia
6. madri+d al servicio de los científicos españoles en el extranjero

Estas líneas que tan amablemente nos han encargado escribir sobre el *brain gain* no pretenden ser en absoluto un cúmulo de recetas bien intencionadas para propiciar el retorno de nuestros científicos que trabajan en el extranjero, eso es algo muy complejo que pasa, entre otras cosas, por la superación de la crisis económica.

Nuestra labor a través de ellas es tender un puente entre esos científicos y el público –mediante la comunicación y la difusión de sus investigaciones– para que este conozca y valore lo que están haciendo, para que aprecie y apoye un trabajo tan importante para el progreso y el bienestar de las sociedades.

Otras contribuciones en esta misma publicación ya explican suficientemente qué es el *brain gain* o rescate de cerebros. Es la también llamada «recuperación intelectual» que, mediante la creación de nexos de unión con el país de origen, trata de mantener e incrementar el contacto con los científicos emigrados y obtener así resultados de manera conjunta con los países de destino, como paso previo a la recuperación definitiva de este talento científico español.

1. LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA, CLAVE EN EL DIÁLOGO ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y SOCIEDAD

El preámbulo de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación establece que:

> «La generación de conocimiento en todos los ámbitos, su difusión y su aplicación para la obtención de un beneficio social o económico, son actividades esenciales para el progreso de la sociedad española, cuyo desarrollo ha sido clave para la convergencia económica y social de España en el entorno internacional…».
>
> «… La ley profundiza en la vertebración de las relaciones y en el diálogo entre ciencia, tecnología, innovación y sociedad. En particular, reconoce las actividades de divulgación y de cultura científica y tecnológica como consustanciales a la carrera investigadora, para mejorar la comprensión y la percepción social sobre cuestiones científicas y tecnológicas y la sensibilidad hacia la innovación, así como para promover una mayor participación ciudadana en este ámbito».

Por su parte, el Gobierno regional siempre ha sido sensible a esta necesidad, prueba de ello es que la Ley 5/1998, de 7 de mayo, de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, establecía como objetivo: «promover la cultura científica entre los ciudadanos de la Comunidad de Madrid, estimulando la difusión de la ciencia y la tecnología».

En el ámbito comunitario, la Comisión Europea valora y promueve la comunicación de la ciencia, estando presente esta entre las acciones de Horizonte 2020 y siendo la explotación y diseminación de resultados uno de los aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar un proyecto.

El marco normativo no deja lugar a dudas, la comunicación de la ciencia, el permanente diálogo de los científicos con la sociedad es ahora más necesario que nunca. El ciudadano es consciente de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo y el bienestar como elementos de transformación de la sociedad.

La Comunidad de Madrid así lo ha entendido y, a través de sus sucesivos Planes Regionales de Investigación Científica e Innovación Tecnológica, ha articulado importantes programas de cultura científica en la creencia de que es necesario contar con una ciudadanía informada y participativa.

2. WWW.MADRIMASD.ORG, UNA PLATAFORMA DE ENCUENTRO Y DIÁLOGO ABIERTA A TODOS

En 1997 la Comunidad de Madrid crea el portal de información científica www.madrimasd.org. Desde el primer momento, se configura como una plataforma de trabajo y colaboración formada por todas las instituciones vinculadas a la producción científica, tecnológica e innovadora de la Región: universidades públicas y privadas, centros de investigación, asociaciones empresariales, además de otras instituciones colaboradoras, que utilizan la web como lugar idóneo para dar a conocer sus trabajos, búsquedas de socios, necesidades tecnológicas, ofertas de empleo de alta cualificación, actividades diversas y, como no, acercarse a la sociedad. Hoy en día, más de 45 instituciones forman parte de madri+d.

Más adelante, en 2002, nace la Fundación para el Conocimiento madri+d, cuyo objetivo fundamental es hacer de la ciencia y la tecnología un elemento clave del bienestar y la sostenibilidad de la Región. Su misión es fortalecer la articulación del Sistema Regio-

nal de Ciencia, Tecnología e Innovación mediante iniciativas, proyectos y herramientas comunes en el área de la investigación y la innovación tecnológica, apoyando a la Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid en la gestión de sus programas regionales.

Desde el primer momento, la web de madri+d se convierte en el corazón del sistema, una herramienta de colaboración alimentada diariamente por todas las instituciones vinculadas que la asumen como propia y que se comprometen con un trabajo en red y en la Red.

Este espacio común consigue que la información se comparta y se cree un foro virtual pionero, formado por todos aquellos que creen que unidos se llega más lejos:

- Para los ciudadanos es el sitio de referencia para consultar información científica.
- Para los investigadores es el lugar donde dar a conocer su trabajo, mostrar sus investigaciones, perfiles y servicios.
- Para los empresarios es el escenario donde encontrar la colaboración necesaria para sus actividades de I+D+i.
- Para los emprendedores es el foro donde obtener apoyo para transformar el conocimiento en riqueza.
- Para los estudiantes y docentes es un lugar donde generar y ofrecer documentación sobre experimentos científicos.
- Para los medios de comunicación es un punto donde encontrar información contrastada, así como a los expertos en cada uno de los temas científicos de interés.

Esta apuesta singular e innovadora, no debemos olvidar que el concepto de trabajo en red de madri+d surge a finales de los noventa, recoge sus frutos en forma de fidelidad y reconocimiento. Más de 62 millones de accesos anuales lo confirman.

En definitiva, la Fundación tiene como misión fomentar la comunicación entre los ámbitos académico e industrial con el objetivo de mejorar la competitividad de la Región mediante la creación conjunta y la aplicación del conocimiento científico y técnico. Este espacio dirigido a investigadores, empresarios y emprendedores, políticos, periodistas y ciudadanos es un lugar donde unir recursos y voluntades para atender las exigencias de la sociedad del conocimiento.

La esencia de madri+d ha sido siempre animar a todos los miembros del Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación a colaborar en un proyecto común y, como decía el lema del III Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica (III PRICIT 2000-2003): «Cooperar localmente para competir globalmente».

3. NOTIWEB MADRI+D, UN PROYECTO DE COMUNICACIÓN PIONERO

La relación entre información científica y medios de comunicación no siempre ha sido fácil. Se ha partido, por un lado, de una situación de desconfianza del investigador hacia el periodista y, por otro, de que los medios no especializados en España, salvo algunas excepciones, han dedicado poco espacio y recursos a una información científica de calidad, comprensible, cercana y rigurosa a un tiempo.

Sin embargo, todos los miembros de la comunidad científica –tanto los propios investigadores como los gestores, la dirección de las instituciones y de la academia– son conscientes de la necesidad de transmitir los resultados de sus proyectos a los ciudadanos por dos motivos fundamentales: el primero, porque una parte importante de sus proyectos de investigación se financian gracias a sus impuestos y, el segundo, porque una sociedad con cultura científica siempre apoyará su trabajo y fomentará el estudio de carreras científicas entre los jóvenes.

Atendiendo a esta necesidad, madri+d creó en 2001 un boletín digital de noticias: *Notiweb*, un proyecto de comunicación pionero que llenó un vacío en el panorama de la información científica nacional. Desde entonces:

- Ofrece información sobre I+D+i de calidad.
- Analiza temas de actualidad y suscita debates.
- Informa sobre las actividades de participación ciudadana.
- Promueve vías de comunicación entre científicos, ciudadanos y medios.
- Facilita la comunicación a través de blogs, wikis y redes sociales.

Como ya hemos señalado, los protagonistas de www.madrimasd.org son tanto las instituciones públicas vinculadas con el conocimiento, como los investigadores, tecnólogos, emprendedores, mentores e inversores que comparten sus experiencias, éxitos,

hallazgos y proyectos, alimentando el portal con contenidos relevantes. Esta colaboración recurrente tiene su máximo exponente en el *Notiweb* madri+d, que –hoy por hoy– reciben 63.000 suscriptores de lunes a viernes.

Notiweb publica diariamente las noticias más destacadas sobre ciencia, tecnología e innovación aparecidas en los medios de comunicación nacionales y europeos más un suplemento especializado bajo los siguientes epígrafes:

- Hacemos Ciencia. Publica noticias sobre proyectos de investigación de universidades y organismos públicos de investigación.
- Es Ciencia. Ofrece un monográfico sobre un tema de actualidad científica cuyo eje principal es un análisis elaborado para madri+d por un experto en la materia a tratar.
- Culturas. Invita a descubrir libros, exposiciones, poemas, patrimonio, rutas y lugares del saber… siempre relacionados con la ciencia.
- M+Visión. Brinda información sobre el programa M+Visión, proyecto singular fruto de una alianza entre el Instituto Tecnológico de Massachusets y la Comunidad de Madrid, que promueve la creación de un ecosistema de innovación biomédica en la Región.
- Ciencia y Empresa. Propone entrevistas y artículos de opinión de emprendedores de base tecnológica, investigadores, gestores, expertos en patentes y recursos humanos, entre otros agentes del sistema, así como noticias que demuestran la importancia de la colaboración público-privada en investigación.
- Agenda madri+d. Recoge una selección de los eventos científicos más relevantes que se van a celebrar a lo largo de la semana. Al mismo tiempo, emite el programa de televisión *Tres noticias en tres minutos*.

Más de 2.500 noticias, 70 entrevistas, 60 artículos de opinión y análisis y 40 reseñas de libros y exposiciones se publican cada año, ofreciendo a nuestros usuarios información puntual sobre la ciencia y la tecnología que se desarrolla, no solo en las universidades y centros de investigación de la Comunidad de Madrid, sino en cualquier institución de prestigio que nos tenga entre sus medios de confianza.

Además, la Fundación tiene una magnífica relación con los medios de comunicación más sensibles a la información sobre ciencia, tecnología e innovación y fomentamos y contribuimos a que estas noticias tengan una mayor relevancia informativa y social.

4. BLOGS MADRI+D, COMPROMISO SOCIAL POR LA CIENCIA

La Fundación para el Conocimiento madri+d, en su afán de promover esta necesaria comunicación entre todos los miembros del sistema de I+D+i, creó en abril de 2005 un espacio de blogs especializados en ciencia, tecnología e innovación. Desde entonces, los blogs madri+d se han consolidado como espacios de reflexión de referencia en español. Bajo el título «Compromiso social por la ciencia», estas bitácoras académicas, gestionadas por expertos, abordan temas tan diversos como microbiología, *software* libre, gestión de energías sostenibles, medio ambiente, bioinformática, seguridad alimentaria, matemáticas o política científica, entre otras, constituyéndose en una herramienta eficaz de generación de opinión.

A través de sus tribunas digitales, académicos e investigadores ofrecen la posibilidad de debatir sobre la actualidad científica y tecnológica y establecer una fructífera comunicación con la sociedad, así como con otros colegas.

Entre los diferentes medios de comunicación digitales, es innegable el papel de los blogs en la generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico como espacios para compartir reflexiones entre la comunidad científica y los ciudadanos. Han irrumpido de forma espectacular cuestionando las formas tradicionales de difusión del saber y de las ideas. Las instituciones científicas han demostrado su eficacia en la generación del conocimiento pero no tanto en la tarea de trasladarlo al conjunto de la sociedad. Los blogs compensan esa carencia histórica de nuestro sistema científico-tecnológico, dando paso a una nueva forma de relación entre los científicos y el público.

La ciencia y la tecnología ocupan un papel de primer orden en nuestra vida cotidiana, temas como la energía, el clima, la sostenibilidad, la salud, la agroalimentación o los avances tecnológicos nos afectan de forma directa y requieren de un consenso social. A través de los blogs, los científicos han encontrado la manera de relacionarse directamente con la ciudadanía sin intermediarios y de responder a su necesidad de información y asesoramiento.

Los blogs madri+d demuestran su capacidad para vertebrar una comunidad de lectores que –mediante sus comentarios– enriquecen el debate científico, dotándolo de frescura e inmediatez. Al mismo tiempo que han probado su facilidad para conectar tanto con la comunidad científica como con el público no especializado.

Junto a los formatos tradicionales de información en un solo sentido, todas las secciones de madri+d ofrecen en abierto la posibilidad de interactuar con los diversos públicos a los que se dirige, el conocimiento se comparte: hay participación ciudadana.

La incursión en el discurso informativo de la redes sociales ha sido aprovechada por madri+d, cuya cuenta en Twitter tiene más de 13.000 seguidores.

5. PLAZASCIENCE, LA RED SOCIAL DE LA CIENCIA

madri+d ha creado un nuevo espacio de ciencia, PlazaScience, una red social que permite la construcción colaborativa de un mapamundi digital en torno a la fotografía, captando los centros donde se realiza la ciencia y a sus protagonistas. Es una herramienta que permite geoposicionar las fotografías de forma fácil y rápida; localizar instantáneamente la ubicación de una imagen determinada; formar parte de una red alrededor de las instituciones donde los investigadores desarrollan su trabajo; conocer a otros usuarios con intereses comunes y reforzar la relación existente entre patrimonio y ciencia.

A raíz de esta plataforma surgirá una comunidad que intercambia sus experiencias, convirtiéndose en un punto de encuentro entre investigadores y ciudadanos donde la fotografía sea el nexo de unión entre ambos.

PlazaScience se abre a la participación de los ciudadanos de cualquier parte del mundo a través de la fotografía, definiendo y compartiendo los espacios que le son cercanos o que conocen en los diferentes países que visitan. PlazaSience quiere convertirse en un escaparate visual de las principales instituciones científicas, con su posición geográfica y una descripción cercana realizada por los usuarios, que ayudará a establecer multitud de relaciones.

6. MADRI+D AL SERVICIO DE LOS CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN EL EXTRANJERO

El portal madri+d se hace eco de la actividad de los investigadores extranjeros que trabajan en nuestra Comunidad, de su experiencia profesional y personal. Notiweb madri+d publica regularmente entrevistas a investigadores de otros países que se incorporan a los grupos de investigación de los Institutos Madrileños de Estudios Avanzados (IMDEA).

Por otro lado, para evitar la pérdida definitiva del talento científico español, madri+d está publicando noticias sobre proyectos de investigación liderados por expatriados que contribuyen de manera notable al enriquecimiento intelectual de la comunidad investigadora regional y nacional, así como a mantener los vínculos con sus instituciones de origen y fortalecer lazos entre estas y las de acogida.

De la misma manera, anima a todos aquellos que desarrollan su labor en el extranjero a estar al día de lo que hacen sus colegas en las universidades y organismos públicos de investigación en España.

Esta imprescindible conexión evita el desapego con el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación español –y en nuestro caso particular, madrileño–, así como el distanciamiento con sus compañeros de profesión. La movilidad, la experiencia en otros países, qué duda cabe, enriquece a todos, siempre y cuando fluya la comunicación en ambas direcciones y se comparta el conocimiento generado.

Blogs, entrevistas, análisis y artículos de opinión, noticias y, más recientemente, PlazaScience, son las herramientas que la Fundación para el Conocimiento madri+d –a través de su página web y de su boletín de noticias *Notiweb*– pone a disposición de la comunidad científica española en el extranjero. Sus líneas de investigación, los resultados que están obteniendo, el origen de las instituciones en las que trabajan, el nacimiento de su vocación científica o las peculiaridades de los sistemas de I+D+i de los países de acogida, son –sin duda– aspectos interesantes para todos los usuarios de www.madrimasd.org. Desde estas líneas, invitamos a los científicos que un día hicieron la maleta en busca de nuevos horizontes a que compartan con todos nosotros sus logros.

madri+d, como proyecto global de comunicación científica, se pone al servicio de los investigadores españoles en el extranjero para mantener un flujo de comunicación constante que sirva de nexo de unión entre el país de origen y el de destino que redunde en una fructífera relación que enriquezca el panorama científico internacional.

CAPÍTULO

7

TRANSFORMANDO LA FUGA EN CAPTACIÓN DE CEREBROS MEDIANTE EL ASOCIACIONISMO CIENTÍFICO EN EL EXTERIOR

Lorenzo Melchor

1. ¿Puede permitirse un país la fuga de cerebros?
2. Antecedentes de las diásporas científicas
3. La actual diáspora científica
   - 3.1. Los científicos: estableciendo una red social y profesional en el exterior
   - 3.2. La sociedad: promoviendo el valor de la ciencia y la tecnología
   - 3.3. Los políticos: influyendo en la mejora de las políticas científicas
   - 3.4. Los países: facilitando colaboraciones bilaterales
4. Revirtiendo el proceso de fuga a captación

Bibliografía

1. ¿PUEDE PERMITIRSE UN PAÍS LA FUGA DE CEREBROS?

En este mundo globalizado donde la libre circulación de profesionales, especialmente dentro de la Unión Europea, está provocando una revolución en el mercado de trabajo, la competición por atraer talento se produce ahora más que nunca a nivel internacional [1]. En esta competición entre los países más desarrollados, España está siendo en los últimos años referente mundial y polo de atracción en el deporte (especialmente en el fútbol), fruto de una creciente inversión y esfuerzos conjuntos continuados desde los noventa. Sin embargo, observamos que a España le queda mucho recorrido para ser polo de atracción en otras áreas profesionales como la ciencia y la tecnología. Como consecuencia, se habla a menudo de la fuga de cerebros, la masiva emigración de profesionales y científicos que han salido de nuestras universidades y que se ven obligados a emigrar por falta de oportunidades de desarrollo en sus trabajos o áreas de investigación, por motivos económicos, o incluso en el pasado por motivos políticos. El fenómeno de la fuga de cerebros se ha intentado cuantificar en numerosas ocasiones a través de investigaciones científicas [2] y periodísticas (como el Proyecto Fuga2 de *El Periódico de Catalunya* [3]), pero sus resultados se ven a menudo tergiversados a uno y otro lado por el debate entre políticos, medios de comunicación y los ciudadanos.

Conviene destacar cómo se ve este fenómeno desde la experiencia de los investigadores. La ciencia es un patrimonio universal, que no ha de conocer fronteras y en el que las colaboraciones internacionales son claves para desarrollar investigación del máximo nivel. La movilidad científica es por lo tanto algo necesario y enriquecedor desde el punto de vista profesional y personal. No es ningún drama que nuestros científicos vayan a otros países a desarrollar su ciencia. El verdadero problema radica en otros tres factores:

- Que muchos de ellos se sienten obligados a marcharse por falta de oportunidades laborales en nuestro rígido sistema científico.
- Que los hay que habiendo regresado a España por medio de programas públicos de atracción de talento tienen que volver a marcharse porque nuestro sistema de ciencia no es capaz de retenerlos; y por último y no por ello menos importante,
- Que nuestro sistema carece del atractivo profesional necesario para atraer a todo ese talento extranjero que quiere probar experiencias en otros países.

Convertirse en ese foco de atracción requiere de un trabajo de muchos años, de una estabilidad presupuestaria y creciente y de una mayor implicación de la inversión privada. Si hemos conseguido ser polo de atracción en el deporte, ¿no se podría conseguir lo mismo con el mundo científico y tecnológico? Por poner unos ejemplos, podríamos atraer a los talentos de la gran mayoría de países sudamericanos por compartir el mismo idioma, del área mediterránea (Italia, Francia, norte de África) por compartir un clima parecido, de nuestra vecina Portugal por la cercanía geográfica, de los países del este de Europa por encontrar en España más oportunidades que en sus propios países… Por su parte, China, Brasil o la India se han vuelto conscientes de esos problemas en sus propios sistemas y a través de programas gubernamentales están encargándose de atraer de vuelta su talento hoy repartido [4]. Sin embargo, la crisis en nuestro país ha agravado estos problemas y España es hoy mucho menos atractiva para la ciencia y la tecnología que años atrás. Este es el verdadero drama.

Por lo tanto, nos podemos hacer las siguientes preguntas: ¿Puede España permitirse perder el contacto con nuestros profesionales más cualificados que se han marchado? ¿Hemos de modelar la ciencia de nuestro país solamente con la opinión de políticos y científicos residentes en España? ¿Podremos alguna vez cambiar el centro de atención en el debate de la fuga de cerebros, no a la marcha de científicos sino a los problemas de España para captarlos y retenerlos? [5] ¿Los propios científicos tenemos que esperar a que nuestros políticos decidan cambiar las leyes por sí solos y nos sorprendan en el proceso? Por todas estas preguntas, resulta fundamental que los países no ignoren la movilidad profesional y tiendan puentes de colaboración y entendimiento con sus diásporas científicas. Solamente así fomentaremos escenarios de entendimiento entre la ciencia y la política para que, con un consiguiente debate de ideas, evitemos la perpetuación de los problemas estructurales del sistema de ciencia español y lo mejoremos en consecuencia.

Muchos de los científicos españoles en el extranjero hemos empezado a considerar nuestra la responsabilidad de fomentar este cambio en el proceso de fuga a atracción de talento, pasando así de sujetos pasivos a activos.

2. ANTECEDENTES DE LAS DIÁSPORAS CIENTÍFICAS

Vivir y trabajar en el exterior ofrece una visión crítica de los elementos del sistema que funcionan o no, tanto en el país de origen como en el de destino. Si bien científicos y profesionales han estado desplazándose entre países atraídos por diversos polos de cono-

cimiento a lo largo de la historia como por ejemplo la escuela platónica o las universidades renacentistas en la antigüedad, o Silicon Valley o las grandes capitales del mundo como Nueva York o Londres en la actualidad, a menudo esa movilidad era a título personal y rara vez se consolidaban agrupaciones formales.

En concreto, la diáspora científica española se agrupó con diferentes propósitos durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. Hablamos por ejemplo del asociacionismo editorial de los españoles liberales en Londres que fue desde 1823 a 1834, de los exiliados políticos de la posguerra que fundaron la Unión de Profesores Universitarios Españoles en el Extranjero (1939-1960) o el Ateneo Español de México (1949) [6-9]. Cabe destacar que la diferencia fundamental con la diáspora científica actual se basa en que aquellas agrupaciones surgieron como consecuencia de un exilio político. La actual se debe mayormente a cuestiones profesionales y económicas. Un ejemplo más cercano en el tiempo y también en los motivos profesionales a la diáspora científica actual es la Asociación de Licenciados y Doctorados Españoles en los Estados Unidos (ALDEEU), fundada en el año 1980 y que sigue organizando eventos y encuentros bilaterales de especial interés [10].

3. LA ACTUAL DIÁSPORA CIENTÍFICA

Desde 2011, un nuevo colectivo se ha unido al asociacionismo de los profesionales españoles en el exterior: los científicos. Todo empezó cuando un grupo de investigadores españoles en el Reino Unido nos reunimos en la Embajada de España para debatir sobre nuestras carreras científicas, nuestras necesidades profesionales y las de nuestros sistemas científicos (el español y el británico) y, por último, para identificar los objetivos que queríamos cumplir con una hipotética asociación. Tras otras reuniones y asambleas en diversas ciudades del Reino Unido, acabamos constituyendo un año después nuestra organización: la Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido (CERU) [11], a la que poco después siguió la Sociedad de Científicos Españoles en la República Federal de Alemania (CERFA) [12].

En noviembre de 2012, *Nature* destacaba el establecimiento de varias asociaciones de científicos expatriados, principalmente de los países del sur de Europa aduciéndolo en parte a los recortes presupuestarios en sus países de origen [13]. El artículo hablaba de la CERU, de la CERFA y también de otras asociaciones como la de investigadores y estudiantes portugueses, PARSUK [14]; italianos, AIS-UK [15]; o franceses, CIFRU [16]; en el Reino Unido.

El ejemplo y las actividades realizadas por la CERU y la CERFA han servido posteriormente de inspiración a otros científicos españoles para movilizarse y establecer sus comunidades en el exterior: Científicos Españoles en Suecia (ACES) y Científicos Españoles en Dinamarca (CED) [17] empezaron a caminar en 2013, mientras que los Españoles Científicos en los Estados Unidos (ECUSA) [18], la Sociedad de Científicos Españoles del Pacífico (CEP) y de Asia (CEA) lo han hecho en este 2014.

Este asociacionismo científico es digno de resaltar y, de estabilizarse en el tiempo, será objeto de estudio de investigadores que analizan la movilidad científica. La CERU, la CERFA y el resto de estas asociaciones de la diáspora científica española han ido dando forma a unos objetivos e intereses comunes. A todos ellos les une la experiencia en el exterior y que han diagnosticado los problemas estructurales de nuestro sistema científico en particular y de la ciencia en general. Su motivación principal es la de tener un claro impacto en la sociedad española y en el país de destino, atendiendo en el proceso a las demandas silenciosas de cuatro pacientes hasta ahora desatendidos [19].

3.1. LOS CIENTÍFICOS: ESTABLECIENDO UNA RED SOCIAL Y PROFESIONAL EN EL EXTERIOR

Las fuertes raíces culturales de España invitan a que muchos emigrantes se reúnan con otros compatriotas formando grupos de amigos y clubes sociales informales. Sin embargo, llama la atención que hasta hace unos años no existía una agrupación establecida de científicos. Nuestras sociedades CERU y CERFA quieren consolidar unas redes sociales y profesionales, con eventos sociales que permiten facilitar la llegada de los nuevos y la marcha de los antiguos. Fomentamos así la colaboración y el nacimiento de relaciones de mentorazgo profesional, compartimos consejos desde orientación profesional hasta cómo hacer frente a la mera burocracia de cada país. Prueba del éxito de estas actividades es que hemos tenido investigadores que, conociéndose en algún evento de la CERU, han colaborado en sus proyectos y publicado trabajos científicos [20], mientras que otros han tenido la información para conseguir financiación para sus proyectos profesionales.

Estos eventos sociales sirven también para que surjan ideas para realizar actividades que complementen el resto de nuestros objetivos. Con un ambiente social, positivo y netamente constructivo, tomamos el pulso de la membresía, recogemos ideas y captamos voluntarios para llevarlas a cabo. En nuestro esmero por desarrollar una crítica constructiva para la mejora de nuestro sistema de I+D, priorizamos conocer de primera mano las experiencias y opiniones de nuestros miembros sobre todos los temas posibles.

3.2. LA SOCIEDAD: PROMOVIENDO EL VALOR DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Un claro problema estructural de la sociedad española ha sido nuestra falta de tradición y cultura científica. Llama la atención que la ciudadanía española valora muy positivamente el trabajo de sus médicos, profesores y científicos [21] pero su valoración no se transmite en una mayor participación de la ciudadanía en la ciencia y en su financiación, o en una mayor presencia en las manifestaciones por la ciencia (a diferencia de las multitudinarias en pos de la educación y la sanidad). El ciudadano percibe estas como necesarias para la sociedad, mientras que la ciencia se percibe como un lujo o, incluso, un pasatiempo. El famoso «¡Que inventen ellos!» de Unamuno parece que nos hizo mucho daño.

Y por otra parte, nuestras academias y sociedades científicas parece que han mantenido el debate científico exclusivamente de espaldas a la sociedad. Muchas de estas han descuidado la divulgación de la ciencia hacia la sociedad y el desarrollo de programas para que la ciudadanía participe en actividades científicas. Echamos de menos en España una Royal Society o una National Academy of Sciences que tenga presencia activa en la sociedad, divulgue el saber y fomente la ciencia y la tecnología en todas sus manifestaciones.

Desde nuestras sociedades en el extranjero, percibimos que la brecha que separa al científico de la sociedad es demasiado grande. España no tendrá un mejor sistema científico hasta que no tenga una sociedad que aprecie la ciencia. Será a través de la mejora de la sociedad y de un oportuno cambio de prioridades como tendremos una mejora en los políticos que nos gobernarán y como lograremos inspirar a las nuevas generaciones de científicos que afrontarán los retos de nuestro futuro. Es por ello que somos nosotros, los científicos de ahora, quienes tenemos que aprovechar todas las herramientas que tenemos hoy más que nunca a nuestro alcance para divulgar la ciencia: blogs, redes sociales, coloquios y seminarios abiertos al público, seminarios *on-line*, visitas a colegios, etc.

La Royal Institution fue el primer lugar donde la ciencia empezó a divulgarse en charlas abiertas al pueblo de la Inglaterra del siglo XVII. La ciencia es un producto muy divulgativo capaz de inspirar y de promover el pensamiento crítico del espectador y así lo promulgan en la Royal Society, en la Royal Institution y en numerosas instituciones, reales academias y asociaciones científicas por el mundo. Nuestras diásporas lo han asimilado y han llevado a cabo esta divulgación organizando seminarios científicos y debates en universidades e instituciones, pero también en pubs y colegios donde hemos buscado activamente la participación del público y el llegar a los jóvenes estudiantes. Nuestros embajadores de la ciencia han llenado salas, han divulgado sus descubrimien-

tos a la par que hemos intentado barrer ideas equivocadas imperantes en la sociedad y enseñado a alumnos a diseñar ensayos clínicos. Este impacto es difícil de medir, pero es necesario que los científicos se involucren en realizar esta clase de actividades para que de no tener impacto, pasemos a tener algo, aunque sea mínimo, en la sociedad del presente y, especialmente, del futuro.

El presente y el futuro parece que se decide muchas veces en las efervescentes redes sociales. Nuestras diásporas así lo identificaron y han apostado por tener una fuerte presencia en las redes sociales, consiguiendo unos millares de seguidores que han estado al tanto de nuestra divulgación de noticias científicas de interés, de mantener debates y estar al tanto de nuestras actividades y logros.

3.3. LOS POLÍTICOS: INFLUYENDO EN LA MEJORA DE LAS POLÍTICAS CIENTÍFICAS

Hasta el nacimiento de estas comunidades, los científicos en el extranjero podían tener la tentación de contribuir en el debate en sus países de origen, pero muchos desconocían cómo [1]. El establecimiento de nuestras comunidades ofrece una plataforma antes inexistente. Desde nuestras experiencias en otros sistemas y entornos de investigación, podemos importar aquello que creemos que puede beneficiar a nuestro país de origen. Si bien podemos realizar esta transferencia en una ulterior vuelta a España, muchos de nuestros miembros ya están establecidos en el Reino Unido o en Alemania y no se plantean esa vuelta pero aun así desean contribuir al desarrollo español.

Así como notamos la brecha entre ciencia y sociedad, la percibimos también entre ciencia y política. Con nuestras sociedades pretendemos relacionarnos con las instituciones, públicas y privadas, de nuestros países de origen y de destino, y asesorar en la mejora de la política científica desde una postura independiente y netamente procientífica. Es así que desde la CERU y la CERFA nos hemos reunido con la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, con la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), con el alto comisionado de la Marca España, con el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), con el Instituto Humboldt de Alemania, con la Royal Society del Reino Unido, con consorcios de empresas privadas, con diversas fundaciones y con otras asociaciones de investigadores.

Hemos dado voz a los científicos en el exterior y apoyado los manifiestos por una mayor y sostenida inversión pública para la I+D tanto en España (Carta por la Ciencia) [22]

como en el Reino Unido (*Science is Vital*) [23], a la vez que hemos mantenido debates para promover una mayor aportación del sector privado y una mayor presencia de las fundaciones y la ciudadanía en la inversión científica y tecnológica [24].

El debate científico se realiza a menudo en los medios de comunicación y a ellos también nos hemos ofrecido, no solamente para dar nuestras opiniones desde el extranjero en diversos temas [5, 19, 25] sino también para que divulguen los hallazgos científicos que realizamos en nuestros países de destino [26, 27]. La sociedad española podría celebrar nuestros descubrimientos tanto como los Óscar de nuestros actores o los goles de nuestros futbolistas en el extranjero.

3.4. LOS PAÍSES: FACILITANDO COLABORACIONES BILATERALES

En este mundo actual tan globalizado, es clave el establecimiento de relaciones bilaterales entre países que permita la colaboración y el intercambio de conocimientos y de capital humano. Nuestras sociedades quieren favorecer que España mejore y, a tal efecto, nos ofrecemos como agentes mediadores entre instituciones públicas y privadas de ambos países, con tal de que un centro de investigación, universidad o industria privada de un país valore positivamente el establecimiento de relaciones científicas con el otro país. Nuestras experiencias son un recurso incalculable con el que favorecer el desarrollo de colaboraciones científicas y/o institucionales entre España y nuestros países de destino y viceversa. Es este un recorrido que necesita de más tiempo para llegar a buen puerto, pero mientras tanto estamos facilitando colaboraciones con asociaciones científicas y con fundaciones públicas y privadas.

4. REVIRTIENDO EL PROCESO DE FUGA A CAPTACIÓN

Los objetivos de nuestras asociaciones requieren de una puesta en valor y un reconocimiento de nuestra existencia. Como hemos podido exponer en este texto, nuestra diáspora científica puede resultar fundamental en el establecimiento de acuerdos bilaterales entre universidades, centros de investigación y empresas de países diferentes, de programas de intercambio profesional para que haya españoles que vayan a otro país y extranjeros que vayan a España. También podemos facilitar acuerdos entre Gobiernos para que haya un trasiego de políticas y conocimientos necesarios para la mejora de nuestros sistemas científicos. En definitiva, revertir el proceso de fuga a captación de talento es algo que necesita de tiempo y, especialmente, de disposición.

El tiempo nos consolidará pero necesitamos de la disposición clara de nuestras instituciones para que nuestra existencia perdure y nuestro alcance sea todavía mayor. Los Gobiernos, en su habitual búsqueda de comités de sabios para la valoración y evaluación de nuestro sistema, harían bien en capitalizar los recursos humanos y de conocimiento que esta diáspora les ofrece. No basta solamente con facilitar reuniones con nuestros gobernantes, sino que nuestros consejos han de tener su impacto en las políticas posteriores, y además nuestra diáspora ha de participar en los consejos asesores y de evaluación de proyectos nacionales.

La ciencia y la política son dos mundos muy distintos que se rigen por diferentes tiempos y normas [28, 29], pero lo que necesita España, hoy más que nunca, es que cultivemos una relación entre el mundo político y el científico con una visión a largo plazo. Solo así podremos desarrollar en común los acuerdos necesarios para que sea la sociedad española la que resulte la más beneficiada.

Las encuestas son una herramienta de estudio fundamental en las que luego nos basamos en nuestros debates. Para que esos números sean creíbles y extrapolables, necesitamos incrementar la participación de los científicos y de la sociedad en las encuestas de INNOVACEF [30] y en esta que es objeto de este informe. Por ello, la CERU y la CERFA no dudaron en hacerlo desde el primer momento. Esperamos que los resultados del informe nos ayuden a delinear nuevos escenarios de entendimiento y revirtamos el proceso de fuga a captación de talentos.

Los científicos en el extranjero que nuestras sociedades representan están dispuestos a ello. ¿Lo estás tú también?

BIBLIOGRAFÍA

[1] THE ROYAL SOCIETY: *Knowledge, networks and nations: Global scientific collaboration in the 21st century*, 2011.

[2] FRANZONI, C.; SCELLATO G. y STEPHAN, P.: *Foreign born scientists: Mobility patterns for sixteen countries*, National Bureau of Economic Research, 2012.

[3] VIVAS, E.; CATANZARO, M. y MOYA, F. J.: *Proyecto Fuga2*. Disponible en: http://data.elperiodico.com.

[4] CHEN, J.: «Nation aims to increase talent pool», *China Daily*, 2010.

[5] DELGADO, R.; MELCHOR, L. y OLIVER, E.: «Atracción y consolidación del talento científico en España», *El País*, 2013.

[6] GIRAL GONZÁLEZ, F.: *Ciencia española en el exilio (1939-1988)*, ed. A.d.C. Científica, vol. 33, Madrid: Amigos de la cultura científica, 1989.

[7] GIRAL GONZÁLEZ, F.: *Ciencia española en el exilio (1939-1989)*, Barcelona: Anthropos, 1994.

[8] BARONA, J. L.: *El exilio científico republicano*, Valencia: Publicacions Universitat de València, 2010.

[9] VALERA, M. *et al*.: *Científicos españoles en el Reino Unido (1750-1830)*, Asclepio, 50, 1998, págs. 49-68.

[10] ALDEEU: Asociación de Licenciados y Doctores Españoles en Estados Unidos. Disponible en: http://web.aldeeu.org.

[11] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN EL REINO UNIDO (CERU). Disponible en: http://www.sruk.org.uk.

[12] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA (CERFA). Disponible en: http://www.cerfa.de.

[13] CATANZARO, M.: «Expatriate scientists get organized», *Nature*, 491, 2012, pág. 629.

[14] PORTUGUESE ASSOCIATION OF RESEARCHERS AND STUDENTS IN THE UNITED KINGDOM (PARSUK). Disponible en: http://www.parsuk.pt.

[15] ASSOCIATION OF ITALIAN SCIENTISTS IN THE UNITED KINGDOM (AIS-UK). Disponible en: http://aisukblog.wordpress.com.

[16] RÉSEAU DES CHERCHEURS ET INGÉNIEURS FRANÇAIS AU ROYAUME-UNI (CIFRU). Disponible en: www.ambafrance-uk.org/CIFRU.

[17] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN DINAMARCA (CED). Disponible en: http://www.ced-sfd.com.

[18] ESPAÑOLES CIENTÍFICOS EN USA (ECUSA). Disponible en: www.ecusa.es.

[19] MELCHOR, L.: «Curemos la enfermedad de la I+D+i española», *El País*, 2013.

[20] PÉREZ-ÁLVARO, E. y GONZÁLEZ-ZALBA, F.: «Experiments on Particle Physics Using Underwater Cultural Heritage: The Dilemma», *Rosetta*, 13 (5), 2013, págs. 40-46.

[21] CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLÓGICAS: *Barómetro de febrero*, 2013.

[22] «Con I+D+i sí hay futuro». Disponible en: http://conimasdmasihayfuturo.com.

[23] «Science is Vital». Disponible en: http://scienceisvital.org.uk.

[24] «La ciencia española necesita mecenas de a pie como en el Reino Unido», *El Confidencial*.

[25] POSTICO, D.: «Un puente de ciencia entre Reino Unido y España», *El Mundo*, 2013.

[26] SINC: «El primer árbol genealógico del mieloma múltiple», 2014.

[27] SINC: «Polémica sobre el uso de lingotes romanos para investigar materia oscura y neutrinos», 2013.

[28] MILMAN, O.: «Top 20 things politicians need to know about science», *The Guardian*, 2013.

[29] TYLER, C.: «Top 20 things scientists need to know about policy-making», *The Guardian*, 2013.

[30] ACEITUNO-ACEITUNO, P.: «Octavo informe INNOVACEF: Estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2013, págs. 1-68.

CAPÍTULO

8

LIDERAZGO INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON LA MOVILIDAD CIENTÍFICA

Julio Sánchez Chóliz

1. Presentación
2. ¿En qué tipo de crisis estamos?
3. ¿Qué factores asociados con la tecnología favorecen el liderazgo industrial?
4. ¿Qué factores determinan la movilidad del capital humano?
5. Posibles propuestas

Bibliografía

1. PRESENTACIÓN

En esta reflexión sobre la movilidad de los investigadores y la necesidad de nuevas políticas de innovación, me voy a centrar en responder a tres cuestiones de esta compleja temática: ¿en qué tipo de crisis estamos?, ¿qué factores asociados con la tecnología favorecen el liderazgo industrial? y, por último, ¿qué factores determinan la movilidad del capital humano, especialmente el de los más jóvenes? Lo que voy a presentar es un resumen de algunos de los resultados de mis investigaciones y que se pueden encontrar en Fatás-Villafranca *et al*. (2014 y 2009), Jarne *et al*. (2007) y Sánchez Chóliz (2013).

2. ¿EN QUÉ TIPO DE CRISIS ESTAMOS?

Aunque las crisis son fenómenos económicos emergentes y sobre los cuales no se puede hacer una predicción determinista, los datos empíricos ya revelaban a primeros de siglo, como puede verse en Jarne *et al*. (2007), una posible crisis típica de onda larga, similar a la que tuvo lugar en el 29 o, con menos virulencia, en los primeros años de los setenta. Esto se confirma con los datos más recientes obtenidos de la Reserva Federal: http://www.federalreserve.gov/datadownload, como vemos en el gráfico 1.

Este gráfico 1 revela la posible existencia de una onda larga en la economía mundial, que arrancaría en los setenta y que habría entrado en la fase de desaceleración antes del siglo XXI, estando actualmente en su fase final. Recordemos que lo que caracteriza una onda es la presencia de un fuerte núcleo tecnológico innovador que integra y potencia todas las actividades. El fin de la onda llega cuando la capacidad innovadora del núcleo se agota y no se sustituye por otras innovaciones. La recuperación se produce cuando se asimila otro paradigma o núcleo tecnológico. Si esta es la situación actual, como yo creo, en estos momentos sería mucho más necesario que en otros el desarrollo de la I+D y la utilización del capital humano disponible.

Datos similares pueden verse para la economía alemana en el siguiente gráfico 2 obtenido de Fuentes Castro (2013), que muestra la caída desde el 2000 de su productividad total de los factores (PTF), que mide la aportación del cambio tecnológico al crecimiento.

Gráfico 1. **Ajuste del índice de capacidad industrial total de la economía de EE. UU. de 1967-2013**

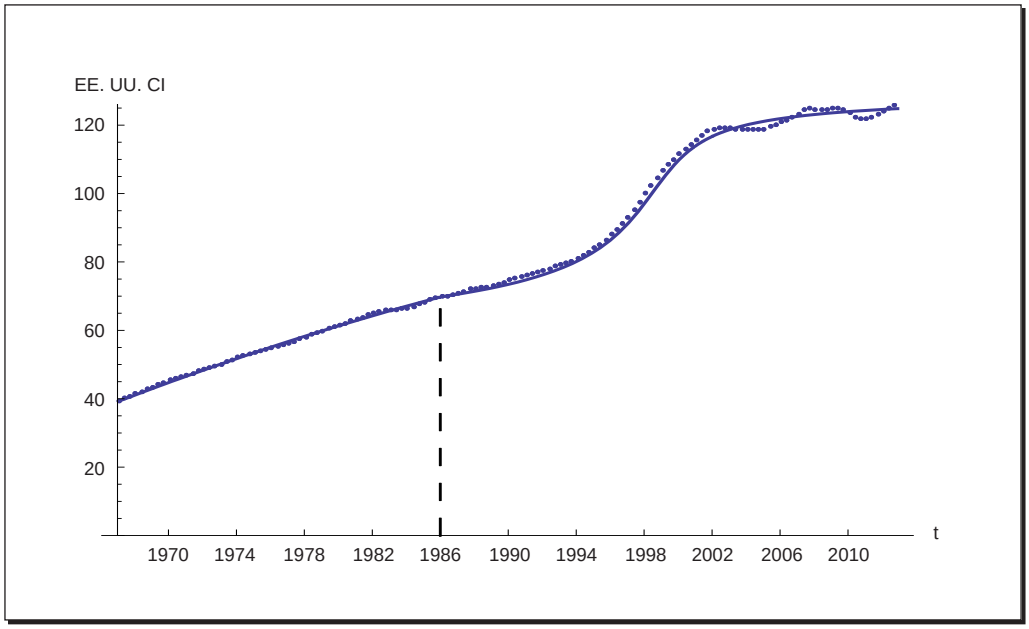
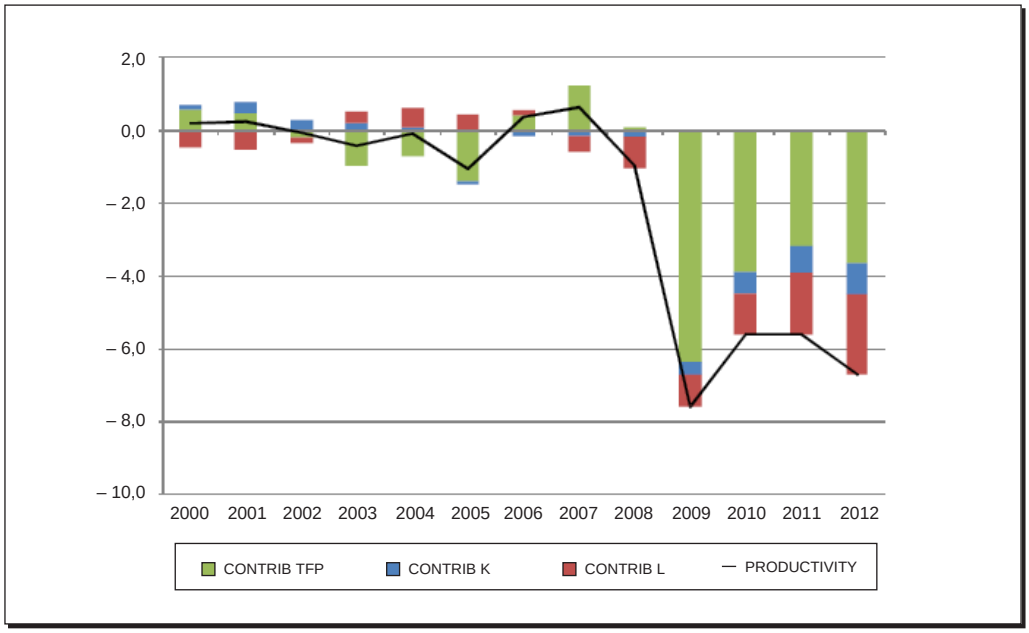


Gráfico 2. **Desfase de la productividad respecto al periodo precrisis en Alemania**



Para España podemos obtener informaciones similares, en los gráficos 3 y 4, que se han elaborado usando datos de EUKLEMS, http://www.euklems.net/.

Gráfico 3. **PTF de la economía española, 2005 = 100**

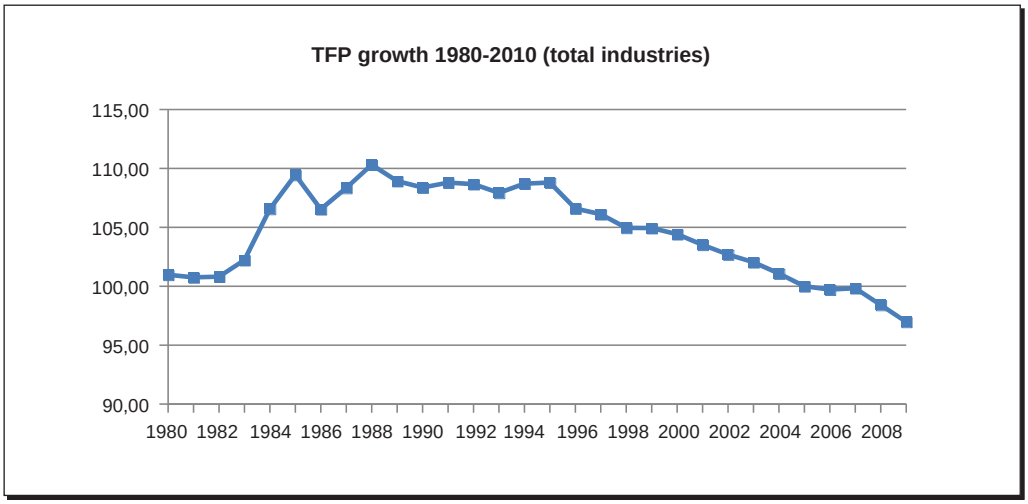
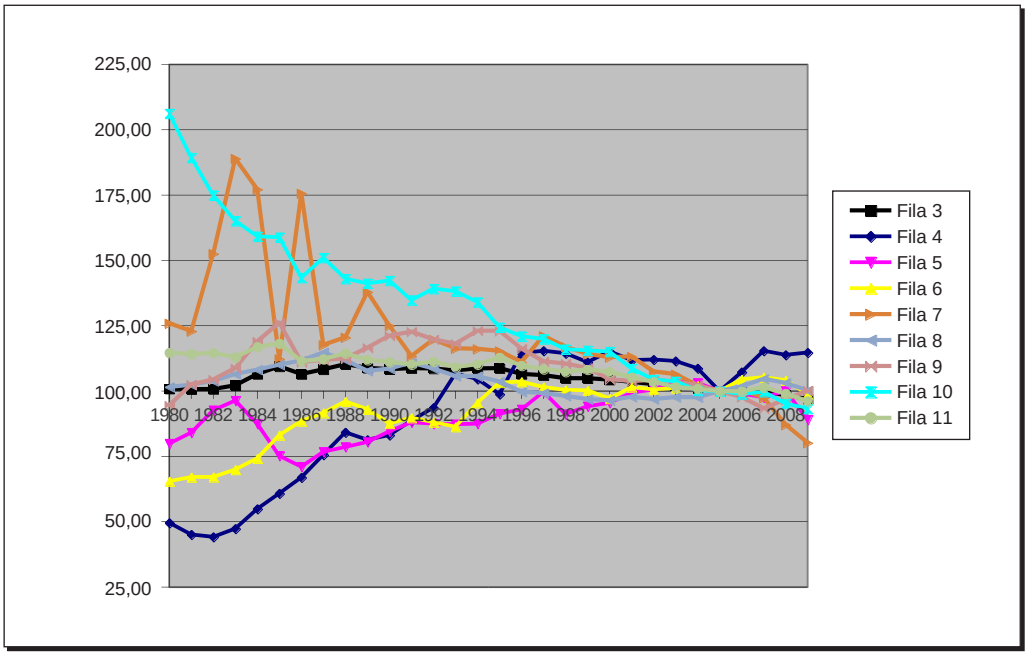


Gráfico 4. **PTF de los diferentes sectores en España, 2005 = 100**



El gráfico 3 muestra como la PTF cae a partir de 1995 de una manera constante, siendo en los últimos años incluso inferior a la existente en los ochenta. Sin duda la economía española necesita de una manera urgente la creación y mantenimiento de capital humano, así como, si fuera posible, la atracción de capital humano extranjero.

El gráfico 4 revela la muy diferente aportación a la PTF de los distintos sectores. Ha crecido constantemente a lo largo de los años y se ha mantenido en los sectores primario (fila 3 en el gráfico 4) y de alta tecnología y media-alta tecnología (fila 5). Ha sido muy importante, pero ha disminuido constantemente a lo largo de los años en servicios de alta tecnología (fila 9). Tenemos una evolución parecida en media-baja tecnología (fila 6). Y, finalmente, notemos la lenta caída constante de resto de servicios (fila 10), que tiene un peso fundamental en la creación de renta.

Se puede concluir de todo ello que, no solo a nivel español sino también a nivel global, la disponibilidad y el desarrollo del capital humano pueden ser las claves económicas para salir de la actual crisis, ya que es el instrumento clave para pasar de un marco tecnológico viejo basado principalmente en:

- uso masivo del plástico como material
- generalización de los viajes (avión y coche)
- televisión y media
- ordenadores y telefonía
- generalización de antibióticos y cirugía
- uso del petróleo para energía e *input* químico

a otro cuyos fundamentos, de forma tentativa, puede ser:

- nanotecnología y ciencia de los materiales (superconductores, grafeno, etc.)
- bioingeniería
- inteligencia artificial
- controles a distancia
- genética y ciencias médicas
- energías renovables

Se destaca que muchos de estos nuevos campos están relacionados con el sector de ordenadores y semiconductores.

3. ¿QUÉ FACTORES ASOCIADOS CON LA TECNOLOGÍA FAVORECEN EL LIDERAZGO INDUSTRIAL?

Es relativamente fácil enumerar los factores que favorecen las posiciones de liderazgo tecnológico, pero es mucho más difícil ordenarlos de acuerdo a su mayor o menor importancia. En Fatás-Villafranca *et al*. (2009 y 2014) abordamos este tema a través de modelos evolutivos, que integraban tanto aspectos productivos como institucionales. En ellos competían en un mercado mundial diferentes empresas-país, que elaboraban productos de alto nivel tecnológico, siendo su objetivo la obtención del liderazgo empresarial a través de los beneficios obtenidos y del tipo de inversiones realizadas.

La primera cuestión que nos planteamos era la relevancia del crecimiento de la demanda de ese mercado. La segunda, la importancia de las dos fuentes posibles de crecimiento, la acumulación de capital, o expansión, y el crecimiento tecnológico o del capital humano. El peso entre ambas dependía crucialmente de la tasa *r* sobre las ventas dedicada a I+D por la empresa, tasa que podía ser complementada con subvenciones estatales. Los procesos de acumulación de capital estaban regidos también por las tasas θ de propensión a invertir y por los costes ρ de los inputs, en los que se incluían tanto los costes salariales del país como los costes para él de las materias primas. Paralelamente, los procesos de generación de I+D dependían de la capacidad tecnológica α de los investigadores de la empresa, de la capacidad β de absorción de nuevos conocimientos (en otras palabras, de la capacidad de imitación y asimilación de tecnologías existentes) y de la responsabilidad λ de los sistemas universitarios o institucionales de creación de nuevos investigadores, concretada en su volumen de gasto. Cuestiones también muy importantes eran a su vez los costes unitarios de formación de investigadores, los salarios que estos recibían, la calidad de los centros de investigación y la movilidad de los propios investigadores, pero sobre esta movilidad hablaremos más tarde.

Sobre el tamaño del mercado la conclusión obtenida era bastante clara, tiene poca influencia sobre las ventajas relativas, favorece o daña a todos de una manera parecida. Su efecto principal es que no habrá crecimiento si no hay nueva demanda a cubrir, pero esto no determina de forma significativa quién es el líder.

Es usual suponer que la mejor estrategia empresarial es invertir tanto como sea posible en I+D, ya que así se refuerza la empresa frente a sus competidores. Pero los resultados obtenidos son bastante diferentes, la estrategia óptima puede ser tanto mantener un *r* alto como un *r* bajo, que dependerá de las ratios de productividad de las inversiones en I+D y en expansión. Más aún, que sea óptimo crecer, reducir o mantener *r* (el peso relativo de la I+D) depende de una manera crucial de los salarios *w* pagados a los investigadores y, en general, de los costes que tengan los procesos de creación de I+D. Esto

es bien conocido por todos los empresarios. Si los *w* son muy altos, la propensión a la expansión será mayor, si los costes en las instituciones que generan I+D son muy elevados por ineficiencia o poca productividad de su trabajo, también será más difícil que crezca la tasa *r* de inversión en I+D.

La mejora de la capacidad tecnológica, como todos sabemos, depende de dos cuestiones, del número de investigadores y de la calidad científica de cada uno de ellos, y esta depende a su vez de su capacidad creativa individual y de su capacidad para imitar o asimilar tecnología ya creada.

El número de nuevos investigadores en una especialidad científica depende de la sensibilidad institucional hacia la educación superior y hacia el desarrollo en las ramas tecnológicas correspondientes, por ello, cuanto mayor sea λ mayor será el número de nuevos investigadores disponibles para la empresa. Pero dos cuestiones se muestran con el modelo: lo que interesa a una empresa son investigadores en sus ramas tecnológicas, no genéricamente en I+D, y por otra parte esa inversión institucional será más eficiente cuanto mejores sean esos investigadores, lo que apunta hacia el tema de los centros de calidad.

Desde el punto de vista práctico, el incremento del nivel tecnológico igual puede venir por la creatividad individual como por la imitación, es más, cuanto más lejos esté la empresa de la frontera tecnológica más intensa y eficiente será la imitación. Esto apunta en otra importante dirección, las inversiones en I+D pueden ser más eficientes, al menos en el corto plazo, si se dedican a crear investigadores capaces de imitar, e incluso en una primera fase está puede ser la opción natural. Esto refuerza la tesis de que no siempre la mejor opción es invertir en I+D, si se entiende esta como la innovación e invención pura y dura.

Para acabar esta caracterización de los factores de crecimiento, no deberíamos olvidar algo que los análisis a medio y largo plazo revelan: el techo que supone al crecimiento el tamaño del mercado. Ese techo funciona siempre como un límite superior y fuerza, en la medida que nos acercamos al techo, al paso de competencia en cantidades a competencia por precios, que es mucho más dura. Por el contrario, la innovación siempre permite crecer por reducción de costes o por creación de nuevas demandas, y no tiene en principio un techo límite. Esto puede ser importante si nos planteamos como salida a esta crisis el crecimiento básicamente por exportación y no por mejora tecnológica, como quizás se está haciendo en los últimos años.

Caracterizados los factores de crecimiento, nos queda por ver cuáles son más operativos desde el punto de vista del liderazgo. Lo que sigue es lo que nos revelaron las simulaciones en los modelos usados, y es coherente con mucha de la experiencia reco-

gida históricamente (véase por ejemplo Mowery and Nelson, 1999). Los factores con más capacidad para impulsar la competitividad son los costes primarios bajos: materias primas y salarios de los no científicos (podríamos identificarlos con costes salariales del país), y la capacidad tecnológica de los investigadores, estando sus influencias por encima de la sensibilidad institucional (inversiones en nuevos investigadores) y de la inversión empresarial en I+D. Entre estos dos últimos factores, es la sensibilidad institucional el que tiene mayor relevancia, contra lo que suele pensarse. Sobre los dos primeros, si hay difusión significativa del conocimiento, el factor dominante son los costes, lo que hace que disponer de materias primas baratas o de un mercado de trabajo con bajos salarios sea más importante incluso que tener científicos con alta capacidad tecnológica y creativa. Este último factor adquiere más peso cuando la difusión es más reducida y tenemos mayores rendimientos decrecientes.

4. ¿QUÉ FACTORES DETERMINAN LA MOVILIDAD DEL CAPITAL HUMANO?

Todo lo anterior no anula, aunque reajusta (se recuerda el papel de las materias primas y de los bajos salarios), una de las creencias más arraigadas entre los economistas sobre el papel del capital humano y la I+D, que su incremento relativo aumenta la capacidad competitiva de las empresas y el crecimiento de cualquier economía. Esto no es más que una forma simple de interpretar las tesis de Lucas (1988) y, de acuerdo con ellas, invertir en universidades y centros de investigación siempre sería positivo. Sin embargo, en una economía global y con movilidad de investigadores las conclusiones son algo más complejas, como hemos visto en Fatás-Villafranca *et al*. (2014).

En este trabajo asumíamos que los investigadores, tanto juniors como seniors (los que han trabajado ya en una empresa o centro de investigación), podían moverse entre los distintos países o empresas, siendo la movilidad de los jóvenes mayor. Las motivaciones para la movilidad eran dos, las ventajas salariales y el atractivo del mayor nivel científico del otro país, especialmente de cara al desarrollo de una carrera profesional. Al considerar los salarios no los interpretábamos de una manera puramente monetaria, sino como una capacidad de poder de compra y como una retribución que podía incorporar componentes sociales (condiciones de vida, familia, cultura, etc.). Ambos factores se concretaban en un índice de atracción de cada país para los investigadores propios o extranjeros. Finalmente, los nuevos investigadores eran generados a través de las instituciones universitarias o investigadoras de los distintos países, dependiendo su número de los niveles de inversión de estas instituciones y de la eficiencia de los procesos de formación.

Aun con este marco simplificado, la primera conclusión que se obtenía es que la movilidad es muy relevante y que las conclusiones más tradicionales pierden gran parte de su base teórica. La I+D en general puede ser más o menos útil para un país o empresa dependiendo de cómo se haga y de dónde acaben trabajando los investigadores, en otras palabras, de la calidad de la formación y del poder de atracción de cada país.

En este marco, la I+D sigue siendo necesaria para ganar posiciones en la batalla competitiva y para crecer, pero todo país debe alcanzar un mínimo nivel, por debajo del cual la inversión para el país es estéril. Se necesita un núcleo mínimo de investigadores, y este mínimo debe mantenerse aun con las pérdidas de investigadores que puede suponer la movilidad. Y esto es válido se opte por una vía de pura innovación tecnológica o por una vía donde la imitación tenga más peso. Ello supone que un país, si no quiere perder las ventajas de sus inversiones en I+D, debe tener un mínimo de atracción para retener a los investigadores. A partir de cierto nivel, el país será capaz de retener al menos a una parte de sus nuevos investigadores y para otro nivel mayor podrá tener un saldo positivo en la movilidad. Alcanzar este debe ser un objetivo de todo país. Tampoco deberíamos olvidar que el nivel de atracción de un país depende en buena medida de la propia idiosincrasia del país.

Recordemos también que cada sector empresarial necesita una tecnología propia, con componentes generales pero también con una parte específica. No basta por ello con crear y mantener investigadores, hay que mantenerlos para cada una de las ramas científicas por las que se haya apostado (ya sea la política gubernamental o las empresas del país que compitan internacionalmente).

En un mercado competitivo mundial la calidad del investigador es también muy importante, ya que de ella depende su aportación a la mejora del nivel tecnológico vía invención y/o vía imitación. Ello hace que los centros de calidad sean fundamentales.

Y por último, los análisis hechos en Fatás-Villafranca *et al*. (2014) han mostrado una posibilidad aparentemente contradictoria, que los países líderes pueden estar interesados en que los demás mantengan sistemas eficientes de formación y buenos centros de investigación, aunque ello suponga tener potenciales competidores. El motivo es muy simple, si el líder tiene una fuerte atracción hacia los investigadores de fuera, el mayor beneficiario final de esa buena formación e investigación puede ser él mismo. Lo mismo puede decirse con las inversiones en I+D de las empresas competidoras y con los apoyos institucionales a estas. La clave está en si con su poder de atracción se puede asegurar el liderazgo o su recuperación en caso de perderlo.

5. POSIBLES PROPUESTAS

Tras las reflexiones anteriores y a modo de tentativas, más que de propuestas reales que necesitarían más reflexión, veamos algunas de las direcciones en que se debería avanzar si queremos que la movilidad no destruya nuestros esfuerzos por fomentar la I+D del país.

- Si asumimos el carácter que tiene la crisis actual, paso de una onda a otra y cambio profundo del núcleo tecnológico, la reducción en estos momentos de las inversiones en I+D, como ha hecho el Gobierno español, es una de las peores medidas de política económica que se pueden tomar, va directamente en contra de la solución y favorece el agravamiento y prolongación de la crisis.
- Esto se agrava porque no podemos esperar que se resuelva la crisis en uno o dos años, la salida de la crisis será larga y puede requerir al menos un quinquenio. Si los recortes en I+D duran ese tiempo, el retroceso puede ser irrecuperable y se habrá perdido la oportunidad de ayudar a salir de la crisis.
- Además las nuevas inversiones en I+D deberían dirigirse hacia las probables nuevas líneas de desarrollo científico y tecnológico: nanotecnología, ciencia de los materiales, bioingenieria, genética, ciencias médicas, inteligencia artificial, energias renovables, control climático y telecomunicaciones entre otras. Los recientes criterios de Sarewitz y Nelson (2008), sobre elección tecnológica en condiciones de alta incertidumbre, serán sin duda útiles para ello. También es importante recordar que hay que crear capital humano, pero también aplicarlo a las industrias.
- Todo ello nos lleva a fortalecer y ampliar el sistema de I+D y a incrementar la capacidad atractiva de España para los investigadores, lo que probablemente exige, entre otras, estas medidas:
  - Mantener el actual nivel de inversión en I+D sobre el PIB y elevarlo gradualmente. No tiene sentido la reducción del número de investigadores, cuando el reto actual es el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías.
  - Crear institutos y centros de investigación de calidad, tanto por parte del Estado español como de las empresas.
  - Reforzar los lazos mutuos entre investigadores públicos y empresas.
  - Reorientar parcialmente las líneas de investigación.

– Aumentar la estabilidad de la carrera investigadora asegurando rendimientos dentro del país:

  - Las becas pre y postdoctorales podrían tener asociados contratos posteriores de tres o más años en centros españoles.
  - Estas becas podrían tener condiciones de retorno, bien de devolución o de trabajo en España.
  - Recuperar el papel docente e investigador de los ayudantes para los que tengan o hayan tenido este tipo de becas.

– Conversión de la relación laboral fija en el criterio dominante en los centros de investigación o en las universidades.

BIBLIOGRAFÍA

FATÁS-VILLAFRANCA, F.; JARNE, G. y SÁNCHEZ-CHÍLIZ, J.: «Stock and mobility of researchers and industrial leadership», *Metroeconomica*, 65, 1, 2014, pags. 95-122.

— «Industrial leadership in science-based industries. A coevolution model», *Journal of Economic Behavior and Organization*, 72, 2009, págs. 390-407.

FUENTES CASTRO, D.: «An international comparison of the impact of the 2008 crisis on productivity», *Applied Economics Letters*, 20, 13, 2013, págs. 1.263-1.269.

JARNE, G.; SÁNCHEZ CHÓLIZ, J. y FATÁS-VILLAFRANCA, F.: «"S-shaped" curves in economic growth. A theoretical contribution and an application», *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 3, 2, 2007, págs. 239- 259.

LUCAS, R.: «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics*, 22, 1988, págs. 3-42.

MOWERY, D. C. y NELSON, R. R. (eds.): *Sources of industrial leadership: Studies of seven industries*, Cambridge U. P.: New York, 1999.

SÁNCHEZ CHÓLIZ, J.: «Conjeturando sobre la crisis en España, 2013». Disponible en: http://www.credenat.com/wp-content/uploads/2013/09/Sevilla_PonenciaSHAIO-castellano.pdf

SAREWITZ, D. y NELSON, R. R.: «Three rules for technological fixes», *Nature,* 456, 2008, págs. 871-872.

CAPÍTULO

9

SISTEMAS DE INNOVACIÓN. UNA PROPUESTA ACADÉMICA PARA LA PRAXIS

Carlos Bousoño Calzón

1. Introducción
2. Perspectivas y un intento de clasificación
3. Sistemas y eco-sistemas de innovación
4. Schelling y los investigadores
5. Evolución y transiciones en el sistema de innovación
6. A modo de conclusión

Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

La palabra «innovación» se esgrime hoy como herramienta para mejorar una situación económica complicada y, en particular, los efectos de la misma sobre las personas. También se relaciona con aspectos de excelencia, particularmente cuando se refiere a colectivos, instituciones o países. Y, en este contexto concreto que aquí compete, se plantea implícitamente su relación con posibles situaciones de los investigadores.

Como una primera aproximación a este término suele tomarse la definición de J. Schumpeter que propone como tal la creación o mejora de productos, servicios, procesos, formas de organización o, incluso, mercados. Lo cierto es que su uso es variopinto y, por ejemplo, cuando se trata de adecuarlo para la consecución de financiación, organismos como la Comisión Europea –y adláteres– o el Estado español mantienen sutiles distinciones que hay que tener en cuenta. Su uso en relación con los investigadores también se complica cuando se tiene en cuenta que puede haber investigación sin innovación e innovación sin investigación y, sin embargo, es difícil saber cuándo se habla de una o de otra[1]. Por último, cabe señalar que, en función del sector económico concreto de que se hable, todo puede llegar a matizarse.

Hablar de sistemas de innovación presupone ver la innovación como un sistema, un conjunto de partes y relaciones que –en principio– permitiría una mejor comprensión del fenómeno de la innovación e, incluso, un control sobre la misma.

Y esa es la orientación que asumo en estas páginas, proponiendo un acercamiento basado en consideraciones sistémicas para intentar sacar mayor partido a la innovación. No es objetivo de este breve artículo presentar resultados nuevos o metodologías cerradas y contrastadas, sino más bien dar a conocer –en los apartados 3, 4 y 5– una aproximación al estudio de estos fenómenos que, sin ser enteramente novedosa, no es habitual; y tratar de exponer, lo mejor posible, cómo la disponibilidad de herramientas informáticas y de la conectividad que proporciona internet hace de esta aproximación más que un artilugio académico, una posible herramienta de diseño parcial y/o gestión de estos

[1] Por ejemplo, véase European Commission-Unit 6 C (2013) donde los términos de investigación e innovación están continuamente entrelazándose, incluso en el prefacio de la comisaría.

sistemas. Admito también, como se habrá podido inferir del frecuente uso de la palabra «herramienta», un sesgo hacia la innovación tecnológica, y en particular a las TIC, que me resulta más cercana y que repaso en el apartado 2. Espero, no obstante, que se me permita cierta licencia al respecto y que se sobreentienda que, al menos como objetivo, no pretendo limitarme exclusivamente a estos sectores y que los comentarios aquí vertidos querrían generalizarse a casi todo tipo de innovación, particularmente a toda aquella que dependa de la investigación. Por último, trataré en el apartado 4 de enlazar esta propuesta con la situación de los investigadores, aunque admito también en esto que solo presento aquí más sugerencias que estudios y conclusiones cerradas.

2. PERSPECTIVAS Y UN INTENTO DE CLASIFICACIÓN

La Fundación Cotec, Cotec a secas en adelante, identifica como elementos del sistema de innovación español a (Fundación Cotec, 2013):

- Las empresas, protagonistas del proceso de innovación.
- Las Administraciones públicas.
- La universidad y los organismos públicos de investigación.
- Las estructuras e infraestructuras de interfaz para la transferencia de tecnología (centros e institutos tecnológicos, oficinas de transferencia de los resultados de la investigación (OTRI), los parques tecnológicos, las fundaciones universidad-empresa, los centros empresa-innovación, las sociedades de capital de riesgo, etc.).
- El mercado, el sistema financiero, el sistema educativo, etcétera.

En el ámbito europeo, la acción del EIT[1] se vertebra a través de las KIC (*knowledge and innovation communities*) que pretenden integrar educación superior, investigación y negocio a través de programas de movilidad de personas y la focalización en ámbitos concretos[2] (Technopolis Group, 2013).

[1] European Institute of Innovation and Technology.

[2] La KIC para las TIC se focaliza en seis áreas entre las que están por ejemplo la *salud* o las *ciudades digitales*.

A nivel internacional, *The Economist* presenta en su número del 18 de enero 2014 un estudio sobre las *start-ups* tecnológicas (TIC) en el que discute posibles modelos de ecologías de emprendimiento con base en el éxito en la creación de empresas en diferentes lugares del mundo. Entre otros indicadores, utiliza el número de empresas en internet valoradas por más de un millardo de dólares: en Europa –excepto en el Reino Unido–, 5; el Reino Unido, 10; China, 26; los Estados Unidos, 87 o Israel, 6 (*The Economist*, 2014).

De lo mucho que podría comentarse sobre estas tres perspectivas, voy a limitarme aquí a destacar unos pocos elementos con la intención de crear debate y posterior análisis, más que de sentenciar o valorarlos de forma definitiva.

En primer lugar, en el sistema español pesa mucho la investigación pública [aproximadamente dos tercios del total, casi el porcentaje inverso del de Alemania (Fundación Cotec, 2013)], y la impresión de la tercera parte del colectivo de jóvenes investigadores en el sector público entrevistado por INNOVACEF es «que la mejora en la competitividad obtenida no incrementará los beneficios económicos, por ser su área del conocimiento poco comercializable» (Aceituno, 2013). En segundo lugar, el ámbito europeo tampoco sale muy bien parado en términos de éxito emprendedor según la citada revista de divulgación económica. Bien es cierto que la acción del EIT aún no puede juzgarse debidamente y que su modelo se inspira en el del MIT, supuestamente eficiente en términos de innovación. En tercer lugar, incluso en el caso español, la tendencia en los sectores de alta tecnología, pese a la crisis actual, es de mayor inversión en investigación (un incremento del 139 % del 2000 al 2010) y que, adicionalmente, el peso relativo de este sector respecto al resto de la industria ha disminuido, lo que significa que el resto de la industria española también ha incrementado su gasto en innovación.

Siendo conscientes de que no hay aquí ni espacio ni intención de seguir con este tipo de análisis, paso a extraer unas reflexiones preliminares: el referente claro de la innovación es la empresa; y fundamentalmente la empresa grande. Por otra parte, gran peso del dinamismo innovador, al menos en el ámbito TIC, recae en el emprendimiento, lo que puede implicar una transferencia del riesgo –inherente a la innovación– no equilibrada con el retorno esperable de una cartera de inversión razonable. Concluyo este bosquejo con los problemas para el sistema de innovación español que Cotec subraya en su estudio:

- La escasa inversión en innovación en las empresas.
- La falta de tracción por parte de la demanda nacional.
- Falta de cultura en los mercados financieros españoles para financiar la innovación.
- La escasa cultura de colaboración entre empresas y entre empresas y centros de innovación.

Pudiéramos, de estas perspectivas, intentar una clasificación de sistemas de innovación tratando de acudir a los manidos estereotipos de innovación planificada (con alta participación del sector público) e innovación de mercado (de marcada influencia anglosajona cuya eficiencia parece demostrada), y de aquí –tras una fácil valoración– inferir actuaciones normativas que mejorasen el sistema español. Pero mi perspectiva personal es que las cosas son *un poco* más complicadas en realidad y que semejante empeño no produciría –con alta probabilidad– los resultados esperados. En vez de ello, y dando por inadecuado mi personal intento de clasificación, propongo tratar de aproximarnos al problema de mejora con otras herramientas, en la creencia de que puedan llegar a ser más eficaces.

3. SISTEMAS Y ECO-SISTEMAS DE INNOVACIÓN

El intento más recomendable de aplicación de la palabra «sistema» a la innovación en el ámbito de las TIC que conozco es el de Fransman (2010), así que lo consideraré como el pilar sobre el que elaborar mi propuesta en los siguientes apartados[1].

Básicamente, Fransman propone un modelo de cuatro compartimentos, y seis relaciones entre ellos, para la industria de las TIC: en el primero estarían las empresas que elaboran los elementos (terminales o nodos de las redes); en el segundo la conectividad –que incluye la operación de la misma–; en el tercero, las aplicaciones, contenidos y servicios; y en el cuarto, el consumo de los mismos. Las relaciones son tetradimensionales, incluyendo intercambios financieros y de productos, de información y de innovación.

En el nombre de ese modelo, Fransman usa la palabra eco-sistema de las TIC. Las connotaciones adicionales que ese prefijo añade a las de sistema se refieren a la dinámica del mismo que, siguiendo tradición en el academicismo económico, interpreta como evolución del sistema. Y como principal motor de esa evolución Fransman pone, precisamente, a la innovación.

El análisis de los datos de un panel de 157 compañías líderes del sector TIC a nivel internacional le permite extraer conclusiones sobre los flujos que suponen las relaciones entre los compartimentos del modelo: las empresas suministradoras de elementos de red son las que introducen innovación en el sistema; las empresas proveedoras de

[1] Incluyendo, naturalmente, a los otros elementos del sistema de innovación, por ejemplo los que aparecen en el informe de Cotec, en otros compartimentos.

conectividad son las que introducen capital en el sistema; el ROE[1] más alto corresponde a las proveedoras de servicios; por último, los consumidores aparecen como fuentes de ingresos, proveedores de *feedback*[2], fuentes de conocimiento, información y contenidos o incluso como activistas.

Entre las cosas más significativas de esta aproximación está la consideración de la dinámica, o evolución del sistema en constante cambio debido a la innovación; la relación estrecha entre innovación e inversión de riesgo, y lo que estos conceptos suponen como venturas y desventuras para las diferentes partes del modelo y para la regulación administrativa del sistema.

La consideración de fuentes de datos permite convertir este modelo en una herramienta realista para el entendimiento y, en última estancia, la recomendación normativa.

Desde la publicación de este libro, hay novedades significativas que pueden englobarse en el mismo; por ejemplo, el papel del *crowdfunding* como mezcla de inversión y marketing que pudiera meterse en el cuarto compartimento.

Pero lo más destacable es la posibilidad de incorporar meta-innovaciones, por referirme de alguna forma a los cambios en el mismo modelo de innovación. Hay dos aspectos que se echan de menos de esta aproximación eco-sistémica pero que está presente en otros análisis (Frenken, 2012), bien cierto que menos concretos y aplicables, de la innovación: el concepto de equilibrio[3] y las transiciones bruscas[4] del sistema en la evolución del mismo. Volveré a estos términos después de la última de las añadiduras personales, que es la consideración de diferentes escalas en el análisis. También para este concepto tengo un referente, en este caso de peso (Schelling, 2006), para su consideración con la que comienzo en el siguiente apartado la deconstrucción y reconstrucción del modelo de Fransman.

---

1 *Return on equity*.

2 En *The Economist* (2014), por ejemplo, se señala la importancia que tiene la opinión del cliente final del servicio para la creación de empresas.

3 Si a alguien le causa inquietud usar conjuntamente los términos de equilibrio y evolución, nótese que se trata de un artilugio teórico que es muy típico en termodinámica: los sistemas evolucionan a través de un conjunto de puntos de equilibrio. Su principal ventaja es la eficacia de esta aproximación para elaborar modelos relativamente simples.

4 Los físicos hablarían para referirse a estos cambios abruptos del sistema, que implican el cambio de sus propiedades, de transiciones de fase. En *The Economist* (2014), utilizan la metáfora de momento cámbrico en clara analogía con el periodo geológico, hace 540 millones de años, que supuso una explosión de la variedad de vida de la Tierra.

4. SCHELLING Y LOS INVESTIGADORES

El principal referente para considerar a los investigadores en el sistema son ellos mismos, y en general esta consideración se aplica a todos los participantes, a la escala más básica: las personas. Entender cuáles son las motivaciones del individuo para hacer una inversión, una investigación o una mudanza, es importante para llegar a entender el sistema. A este nivel, la herramienta típica es la Teoría de Juegos, que cualquiera al que le haya interesado la microeconomía puede valorar en su justa medida.

Fransman utiliza datos de empresas, que son también participantes, pero en una escala diferente. Se puede argumentar que, en términos de aplicabilidad, los datos sobre las empresas son más representativos que los datos tan des-agregados como los que corresponderían a escalas más básicas. Sin embargo, la reflexión interesante viene de la consideración de ambas, como el clásico de Schelling[1] nos ilustra.

Si hacemos uso de internet y las redes sociales que surgen en los ámbitos de innovación, es posible recoger opiniones a escala personal que, con el mecanismo de juegos podemos cruzar con los datos de las escalas más agregadas, al puro estilo Schelling.

5. EVOLUCIÓN Y TRANSICIONES EN EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

No puedo entrar aquí en muchas sutilezas, pero me gustaría hacer un apunte técnico no trivial de gran importancia para la aplicación práctica de todo esto: los puntos de equilibrio (de Nash) de los juegos, cuando se interpretan de forma estricta, son también puntos de equilibrio evolutivos. Estos puntos de equilibrio no tienen por qué ser necesariamente estáticos en la dinámica evolutiva global, sino que es posible además estudiar cuándo, o bajo qué condiciones, estos puntos suponen un cambio cualitativo en las propiedades del sistema.

Es más, es posible también experimentar sobre qué cambios en una escala u otra son compatibles con los estados de equilibrio, des-equilibrio o incluso evolución del sis-

[1] Esta referencia es la *punta de un iceberg*, conocido como *Ciencias de la Complejidad*, con las que el autor de estas notas ha estado ligado durante años. Para una referencia más reciente, dentro del ámbito económico, véase (Krugman, 1996).

tema. Y esto empieza a acercarse a un intento de diseño, bien es cierto que posiblemente limitado, complementario a otras aproximaciones y, del que admito, que –aún– no tengo constatación empírica[1].

Una pregunta pertinente, llegados a este punto, sería hasta qué punto el programa expuesto tiene sentido más allá de las puras intenciones. La respuesta más fácil, hasta que se pueda demostrar con hechos fehacientes, se basa en la analogía. La aquí elegida, por sus sorprendentes paralelismos, es la de las relaciones entre los riesgos a escala mundial (Helbing, 2013). Los paralelismos se construyen sobre la ambición del objetivo, la base de riesgos inherentes a la innovación, y parte de las técnicas propuestas. Sobre esas consideraciones, me gustaría también parafrasear a Shubik, en su charla ante la Fundación Cowles (Shubik, 2011): el mejor desarrollo de la Teoría de Juegos es aquel que surge de la aplicación a problemas reales. Y qué mejor problema que aquel cuya solución parcial puede mejorar la actual situación económica.

6. A MODO DE CONCLUSIÓN

El informe INNOVACEF recoge el sentir de investigadores sobre problemas de nuestro sistema de innovación que superan la capacidad de análisis individualizado. Sin embargo, la actual capacidad de obtención de datos y de procesado multiescala de sistemas complejos abre la posibilidad de una comprensión de la innovación y de sus consecuencias bidireccionales para los diferentes actores de este sistema con promesas realistas de unos mejores diseño y gestión.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: «Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i», *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, agosto-septiembre 2013, págs.1-68.

EUROPEAN COMMISSION-UNIT 6 C.: *Research and innovation performance in EU member states and associated countries*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

[1] Hoy en día, se están desarrollando modelos siguiendo esta metodología en el departamento de TSC-UC3M para su validación.

FRANSMAN, M.: *The new ICT ecosystem. Implications for policy and regulation*, Cambridge: Cambrige University Press, 2010.

FRENKEN, K.: «Branching innovation, recombinant innovation and endogenous technological transitions», *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2012, págs. 25-35.

FUNDACIÓN COTEC: *Tecnología e innovación en España, Informe Cotec 2012*, Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 2013.

HELBING, D.: «Globally networked risks and how to respond», *Nature*, 2013, págs. 51-59.

KRUGMAN, P.: *The self-organizing economy*, Wiley-Blackwel, 1996.

SCHELLING, T. C.: *MicroMotives and MacroBehaviour*, New York: W.W.Norton, 2006.

SHUBIK, M.: *The present and future of Game Theory*, New Haven, Connecticut: Cowles Foundation (Yale University), 2011.

TECHNOPOLIS GROUP: *Analysis of synergies fostered by the EIT in the EU innovation ladscape*, Budapest: European Institute of Innovation and Technology (EIT), 2013.

THE ECONOMIST: *Special report Tech Startups*, London: The Economist, 2014.

CONCLUSIONES

La extraordinaria obra que realizó desde el año 1907 hasta el estallido de la Guerra Civil la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas con don Santiago Ramón y Cajal a la cabeza, preocupándose por la vida y por las actividades realizadas por los científicos españoles en el exterior, sirvió para que ellos no se sintieran huérfanos y, además, para que fueran conscientes de la ayuda que se les prestaba en su carrera investigadora y la importancia de su labor en el resurgir económico y social de la España de entonces.

El trabajo expuesto no ha pretendido ser tan ambicioso, pero sí ha tratado de conocer básicamente el nivel de enfoque *brain gain* de la movilidad científica española, para ayudar tanto al mantenimiento e incremento del contacto y la cooperación con los científicos españoles en el exterior como a la activación de posibles políticas para la atracción hacia España del conocimiento científico nacional e internacional.

Por los resultados obtenidos, este grado de colaboración es reducido y bastante inferior al que mantienen los investigadores españoles con otras instituciones científicas internacionales, por lo que es necesario establecer nuevas soluciones que resumiendo lo anteriormente expuesto en las conclusiones del estudio, se pueden concretar en una necesaria colaboración público-privada entre las instituciones científicas públicas nacionales y las empresas, en la que se conceda un reconocimiento profesional a todos los agentes implicados en el regreso de los científicos del exterior y se compartan el coste y los beneficios de las contrataciones de estos investigadores en su retorno, de tal manera que realicen su actividad científica, bien desde las instituciones públicas o bien desde las empresas, pero en una estrecha interconexión, que tanto beneficio podría hacer a la economía y la sociedad españolas.

Junto a estas conclusiones básicas del estudio, se pueden destacar algunas más en relación con las aportaciones del resto de autores que han participado en el estudio y que se exponen a continuación:

- Las políticas de movilidad científica deben tener en cuenta los elementos explicativos de las movilidades y emigraciones de los científicos, como pueden ser, por ejemplo, las motivaciones y perspectivas de los científicos, los espacios de interacción investigadora, los procesos de evolución de redes científicas y las especificidades de las distintas disciplinas científicas.
- La propuesta para generar confianza y eficacia en el sostenimiento de la investigación en España tiene que comenzar por una planificación acordada entre los distintos agentes que componen el sistema nacional de I+D+i, en el que todos deben aportar su conocimiento para el enriquecimiento del sistema.
- El retorno a España es posible, pero en unas condiciones laborales inferiores a las ofrecidas en el exterior, por lo que como se expuso anteriormente, puede resultar interesante poner en marcha nuevas soluciones que integren la investigación que efectúan los científicos retornados en sus instituciones públicas y la cooperación con empresas.
- En este mismo sentido, se considera básico aumentar la estabilidad en la carrera investigadora y mantener y elevar gradualmente el nivel de inversión pública y privada en I+D para no favorecer el agravamiento y prolongación de la crisis, tratando asimismo de concentrar los esfuerzos hacia nuevas líneas de investigación, en las que la colaboración público-privada puede ser altamente provechosa.
- Dentro de las soluciones para mejorar el diseño y la gestión de los sistemas de innovación, puede resultar muy útil tener en cuenta la opinión de los científicos en el exterior, ya que dada la actual capacidad de obtención de datos y de procesado multiescala de sistemas complejos, dicha opinión puede ayudar a comprender mejor la innovación y sus consecuencias bidireccionales.
- La diáspora científica española puede ayudar a revertir el proceso de fuga a captación de talento investigador mediante su apoyo al establecimiento de acuerdos bilaterales entre universidades, centros de investigación y empresas de países diferentes, a programas de intercambio profesional y al logro de acuerdos entre Gobiernos para la puesta en común del conocimiento relacionado con la mejora de los sistemas científicos nacionales.

- España posee en estos momentos plataformas desde la iniciativa pública para crear vínculos con los científicos españoles en el exterior, que pueden ser activadas por todos los agentes implicados en el sistema nacional de I+D+i.

Por último, para finalizar solo queda destacar que para solucionar los problemas de movilidad científica y del sistema nacional de I+D+i en general, existen muchas ideas, y que una ellas, como es la del *brain gain* que se ha analizado en este trabajo, tiene la característica básica de servir de punto de unión en torno al cual todos los agentes del sistema nacional de I+D+i pueden aliarse para tratar de conseguir el sueño de don Santiago Ramón y Cajal, consistente en un futuro pleno de prosperidad mediante el desarrollo científico, y que la España actual puede conseguir, con la aportación de sus investigadores en el exterior.

udima
UNIVERSIDAD A DISTANCIA
DE MADRID

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL

SECRETARÍA GENERAL
DE INMIGRACIÓN
Y EMIGRACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE MIGRACIONES

The implementation in Spain of a brain gain movement as an instrument for attracting research knowledge (IBGE).

Pedro Aceituno Aceituno
Sonia Janeth Romero Martínez
Patricia Víctor Ponce
José García Núñez

CEF.-

LIST OF AUTHORS

ACEITUNO ACEITUNO, PEDRO (Chapter 1)

Head researcher. Tutor of Creation, Management and Organisation of Companies. Udima

ANDÚJAR NAGORE, INÉS (Chapter 2)

Researcher at IESA-CSIC (Advanced Social Studies Institute-Higher Council of Scientific Research)

BARBADO SALMERÓN, TERESA (Chapter 6)

Area director of Scientific Information. Madri+d Foundation for Knowledge.

BOUSOÑO CALZÓN, CARLOS (Chapter 9)

University professor. Department of the Theory of Communications and Signal. Higher Polytechnic School. Carlos III University

BUENO CAMPOS, EDUARDO (Prologue)

Vice-Rector of Research. Udima

CABELLO VALDÉS, CECILIA (Chapter 5)

Director of operations. Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT)

CONTRERAS BECERRA, JAVIER (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

ESCUDERO GARZÁS, JOSÉ JOAQUÍN (Chapter 4)

Assistant professor and doctor. Department of the Theory of Communications and Signal. Higher Polytechnic School. Carlos III University

FERNÁNDEZ CASTILLO, NOELIA (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, MIGUEL ÁNGEL (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

GARCÍA NÚÑEZ, JOSÉ (Chapter1)

Tutor of Finance. Udima

HUERTAS PENELA, ROSA MARÍA (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

MELCHOR, LORENZO (Chapter 7)

Post-doctorate researcher in the Institute of Cancer Research (ICR). London, United Kingdom.
President of the Society of Spanish Researchers in the United Kingdom (Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido-CERU).

MUÑOZ FÉLIX, JOSÉ MANUEL (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

NAVAS-PAREJO GARCÍA, PILAR (Chapter 3)

Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios)

ROMERO MARTÍNEZ, SONIA JANETH (Chapter 1)

Tutor of Degree in Psychology. Udima

SERRANO MURIAS, CONSUELO (Chapter 6)

Head of communications. Madri+d Foundation for Knowledge.

SÁNCHEZ CHÓLIZ, JULIO (Chapter 8)

University professor. Department of Economy and Companies. University of Zaragoza

VÍCTOR PONCE, PATRICIA (Chapter 1)

Tutor of Accounting. Udima

ACKNOWLEDGEMENTS

The current paper seeks to shed some light on the level of focus of the Spanish scientific brain gain movement, in order to help maintain and increase the contact and cooperation with the national researchers and their target countries, as a starting point for generating appropriate policies for attracting national and international scientific knowledge. With this idea in mind, it looks to find links between the agents of the national Research, Development and Innovation (R&D&I) system, which promote measures that improve Spanish competitiveness by strengthening said system.

For this purpose, a study has been carried out, divided into two main parts. The first part presents the results and conclusions of the investigation, in which the opinions of Spanish scientists about different aspects regarding both brain gain and the retention and attraction of scientific knowledge were collected. The different blocks which make up this first part are as follows: introduction, methodology and classification data, study results under the different sections (decision to leave, national and international collaboration and intention of returning) and conclusions.

In the second part of the project, the opinions of a number of experts were sought and it has thus been enriched with the following aspects: conceptual basis of scientific mobility, current situation and perspectives in the face of the possible emigration of a group highly susceptible to doing so, as is the case of young investigators who work in Spain, experience of a Spanish investigator in a R&D&I system as competitive as that of the United States, services and activities to be provided by platforms belonging to

public administrations for generating links with Spanish investigators abroad, possibilities offered by new Spanish scientific societies abroad for helping recruit national investigators and proposals regarding the business setting and innovation.

Prior to presenting the content of this study, it is necessary to acknowledge the decisive part played by several institutions and people who have made this project possible. Firstly, we would like to thank the support and financing this research project has received from the General Directorate of Migration of the Ministry of Employment and Social Security, via their Projects and Research Programme of Order ESS/1613/2012, of 19th July.

Our sincere thanks are extended to the Distance University of Madrid (Udima) for all financial, material and human resources made available for the conducting of this study and most especially to don Roque de la Heras Miguel, president of the Udima and to don Arturo de las Heras García, director general of the Udima, for their support from 2005 up to now for the INNOVACEF report on Spanish scientific mobility, the basis of this current research which has taken shape in this study, with the intention to expand it in the future.

Also within the Udima and deserving special thanks for their excellent and essential administrative support, are: manager Mr. Álvaro Porta de las Heras, director of the Deparment of R&D&I Ms. Ana Landeta Etxeberría, the head of the Economic Department Mr. Faustino Oliva Mayo, Mr. Carlos Guitián Miranda, Mr. Juan Carmona de la Rosa, Ms. Guiomar Bermejo Sánchez, Mr. Lucas Sánchez Fernández and Ms. Laura Ruiz Palomino.

We should also acknowledge the efforts of all those who contributed to this work, including don Eduardo Bueno Campos, doña Inés Andújar Nagore, doña Pilar Navas-Parejo García, doña Rosa María Huertas Penela, don Javier Contreras Becerra, don José Manuel Muñoz Félix, don Miguel Ángel Fernández Rodríguez, doña Noelia Fernández Castillo, don José Joaquín Escudero-Garzás, doña Cecilia Cabello Valdés, don Lorenzo Melchor, doña Teresa Barbado Salmerón, doña Consuelo Serrano Murias, don Julio Sánchez Chóliz and don Carlos Bousoño Calzón.

This acknowledgement must also be extended to all the institutions that have helped in the dissemination and promotion of the questionnaire for its completion; these include the Spanish Researchers in the United Kingdom (SRUK) and the Society of Spanish Scientists in the Federal Republic of Germany (CERFA), headed by their presidents don Lorenzo Melchor and don Raúl Delgado Morales, as loyal exponents of a culture and a spirit of cooperation worthy of replication.

In the same way we must also give our thanks to the teachers and academic management staff of Udima and CEF.- for their efforts in distributing the survey, as well as to all those anonymous researchers who have forwarded the survey to other colleagues so that their opinions may also be known.

For all of these and also for all those Spanish scientists who responded to the questionnaire from whichever country of the world, the greatest of thanks, because without their time and dedication this work could not have been achieved.

Finally, our thanks to doña Sonia Janeth Romero Martínez, doña Patricia Víctor Ponce and Don José García Nuñez, as members of this research team, for the support, effort, dedication and great work done in this study and throughout their daily work at our University.

In Madrid, 17 June 2014

Pedro Aceituno Aceituno
Main researcher for the IBGE Project

PROLOGUE

The 20th century has left behind an important scientific and technological legacy to the society of the current millennium. An age of great significance for the history of humankind, for science, for art and in short, for society and its economic system. In evolutionary logic the twenty first century has taken the baton and accepted the challenge of the previous century which, as proposed by science historians, has been dubbed "the century of science".

At certain times during the previous eleven decades, science, technology and society have been in harmony but for the majority of these times they have been disjointed with diachronic sequences and with a lack of synchrony in their evolutionary processes, matters that caused particular conflicts, social uncertainties and socio-economic crises in the societies that have shaped our time. Either way it has been an era in which technoscientific knowledge has been the shining star, it has become the keystone from which the scientific and technical advances of the twentieth century and of the present have been built; so that this set of matching and presumably certain knowledge (if we continue to accept the definition of knowledge according to the current Fundamental Analysis of the philosophy and sociology of science, based on the proposal made by Plato at the time as justified true belief) has defined modern society as "that of knowledge".

In this transformation of society, we must remember the process of globalisation produced within it, in which the economy and its markets have been the protagonists in the last decades of the twentieth century and the first decade of the current one, largely due to the singular impact of technological development and, above all, to the information and communication technology (ICT), which has caused a set of convergences of all

types between the social agents that at this time make up the global socio-economic system, both those that refer to its structure and those that refer to its behaviour, as well as the mobility between its sub-systems and regional and national components, as will be discussed later. Dynamics that have caused the construction of the "network society", the development of the "social networks" and, in short, the appearance of the "age of intangibles" or the "information society", as this social transformation has been called.

As a result, when restarting these nominative proposals we must not forget that at the beginning of the previous century the concept of the information society or the "network society", as it has previously been referred to, emerged -an expression that values it as a resource or as a critical factor in the process of economic transformation and in the behaviour of the agents that comprise the current society, which operates in a more global and interdependent way between the agents that comprise the system spaces, in relation to earlier times. This transformation has been supporting the revitalizing role of science and technology, in short, in the advancement of technoscientific knowledge throughout the twentieth century, which has allowed the pillars to be builtfor a new society and a new economy that are defined as knowledge, that is, an economy based on this as a resource and capacity for creating economic value and which is recognised by the global system. Production factor of intangible nature and intellectual character was proposed by Alfred Marshall, the British economist and professor at Cambridge University, in 1890 as the most important (embodied in people) for economic development in combination with the three traditional factors (land, labour and capital), given that the same is put into action within the organisation by the hand and role of the entrepreneur. A proposal which had to wait many decades until starting to take shape and to show in the aforementioned socio-economic change, thanks to the "virtuous" and "synergistic" relationship between science and technology and between globalisation and competitiveness, which has had a leading part in the new "era of the intangible" as has been defended by, among others, Bell (1973) with his post-industrial society and Drucker (1993) with his post-capitalist society.

In conclusion, the so-called "era of the intangibles" or new society and economy based on knowledge, shape the birth of a period in which the most important concepts on which the evolution of the socio-economic system are based, all of which are interrelated, are of an intangible nature, such as: data, information and knowledge; competence, abilities and talent; quality, reliability and even innovation, among others; all of which present an intellectual character or are derived from the implementation of human knowledge, at either individual, collective or group level, in its scientific and technical branches and, in short, typical of intelligence in its different scales or cognitive propositions in which it can manifest itself. At this point, it is important to highlight the significance at this time of the study of international connectivity and mobility of scientists in the transfer, globalisation and competence processes in the regional and national economies and

societies based on knowledge. A situation which allows for the approach known as brain gain, through which the countries of origin can continue to make use of the knowledge of their researchers who are abroad, by means of collaboration with local scientists through the use of ICTs, which are of particular importance for the development and competitiveness of Research, Development and Innovation (R&D&I) systems and those of Science, Technology and Society in today's economy.

Continuing with the above revitalizing relationship between science and technology, the transformation of society and its economy has become apparent, building the new era or the new society particularly in those countries of the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) and, in recent years, in the emerging or BRICS (Brazil, Russia, India, China and South Africa) countries, as well as other Latin American and East Asian countries. In this regard it echoes Castells (2000) in that the impact on the ICTs societies have defined the "digital age" or the "network society"; a consequence of the set of synchronous and diachronic processes that underlie the relationship between society, science and technology, necessary to create the social capabilities to address the technological demands of the present and of the future.

This dynamic persists, becoming historical evidence and genesis of the socio-economic changes exhibited, with the beginning of the "internet era" on 28 February 1990, on the closing down of the Arpanet (Advanced Research Projects Agency) project of the United States Defence Department, created on 1 September 1969, and integrating the first computer network, thanks to digital technology and pure reticulated logic, with four collaborator nodes with the said department and those established at the University of California in Los Angeles, the Stanford Research Institute, the University of California in Santa Barbara and the University of Utah. As a result, the "network of networks" was born, prelude to the present development of social networks, it has prompted a new way of behaving and understanding the social and economic changes that comprise the "network society" and its transformation into the society of knowledge.

This new society, as is evidenced by the stubbornness of the facts, has altered the methods of production and exchange of goods and services as well as the type of quantitative and qualitative human relationships. A transformation that varies according to the character of the nation, its scientific culture, its level of economic and technological development, together with the way its National Innovation System and its market economy funtion. New relationships with an electronics basis and coordinated in the "cloud" that exhibit certain convergences, reinforced by the birth of more suitable infrastructures and superstructures. All of which has been giving rise to the use of the defining expressions of their new meaning, which include among others: e-commerce, e-governance, e-learning or, in short, e-activities.

These convergences in the birth of the "information society" and in its transition towards "knowledge" may be summarised to a degree, based on what was initially reported by Kelly (1998), as follow:

- **Technological or digital convergence**, owing to the nature and role of ICTs, social networks and communications platforms.
- **Economic, sectoral and enterprise convergence**, caused by the transverse effect of systems, technologies and strategies.
- **Financial convergence**, the result of the greater electronic interdependence of capital markets.
- **Institutional and regulatory convergence**, produced by international harmonisation and best practices in the Codes of Good Governance and conduct.
- **Political convergence**, expressed through the processes of e-governance.
- **Scientific convergence**, resulting from the interdisciplinary relationships and the connectivity between scientists across the web and the Web 2.0, with its new developments.
- **Cultural convergence**, consistent with the interdependence and the integration of values and behaviours of the social networks.
- **Ecological convergence**, arising from the greater environmental sensitivity and solidarity that these networks and behaviours facilitate with regard to the role of the biome and biodiversity.

In summary, the above mentioned natural evolution of the information society towards that of knowledge remains a challenge for the first decades of this century, both in its technological aspects and in its socio-cultural and economic aspects, with the aim of learning to harmonize the "virtuous and synergistic" relationship between science, technology and society, avoiding the emergence of "bubbles" that cause economic and social crisis situations that we are still suffering in one place or another on this planet.

From an evolutionary perspective, in these convergences and dynamics of the social systems of our time, it seems of paramount importance that the policies for recruitment, retention and motivation of "knowledge workers", according to Drucker (1993), have become of interest in evaluating the reputation and competitiveness of regional and national R&D&I in the current family of nations in a knowledge-based economy. A strategic approach that can facilitate the creation and improved governance of an economic model of more sustainable production.

Lastly, once the explanatory arguments justifying the genesis and development of the knowledge society have been presented and following the ideas of the above mentioned Austrian author, Peter Drucker, who died 11 November 2005 in the United States at the age of 96 (possibly the economist and intellectual who has most clearly expressed the systemic dimensions and the future of the knowledge society and, consequently, of its economy), the three most important features of this are discussed below as well as facilitating the characterisation of the knowledge-based economy (Drucker, 2001):

- A society without borders, since the knowledge is disseminated and can circulate with less effort than money thanks to the current "network" technologies.
- A society with upward mobility since the knowledge can be easily acquired by everyone through the education system and its e-learning processes.
- A society in which the potential for failure is the same as that for success. Everyone can acquire the necessary means of production, for example, the knowledge required for the performance of a certain task or job, but not everyone can succeed or triumph without the necessary talent and capabilities.

With this reasoning, the key features of the knowledge-based economy may be presented, as is done below:

- The knowledge economy consists of "intellectual" businesses, organisations and workers or knowledge subjects, that is to say, they acquire, incorporate, create, disseminate, exchange, memorise, learn, consume and reuse their own knowledge and that of others. In short, they are social agents acting and working with the intellect. According to the latest OECD statistics, 9 out of 10 workers in its member countries carry out their work in this way.
- The current products that are taking the lead in basic market transactions are essentially technoscientific developments and applications, so their main value in terms of cost is related to the knowledge production factor, of an intangible nature and an intellectual character.
- The knowledge economy is based, in short, on the consideration and use of the same, both as a resource, as observed in its ability or competence perspective (dynamic ability, which unites and evolves the other resources and abilities) and as a valuable or critical "business asset", consequently the

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

integration of the various intellectual assets identified in the organisation or company, of an intangible nature, have been defined by the concept of intellectual capital.

- Lastly, the knowledge economy represents the new mode of production and exchange of goods and services based upon the same, i.e. that the value in which they are expressed is explained by the extent of the investment made in terms of intellectual capital, according to its different components, as set out in the Intellectual Model (2012) of said intangible capital (Human Capital, Organisational Capital, Technological Capital, Business Capital, Social Capital and Entrepreneurship and Innovation Capital).

In conclusion, the characteristics described demand new and very special ways of business governance of the existing knowledge within in order to meet the challenge posed in the coming years in society and its economic system, irrespective of the social agent of reference in the current process of globalisation that is responsible for the "network society", in which the greatest effort in R&D&I and policy development, such as brain gain and others represent the most appropriate strategic process to achieve technoscientific competition in the global economy of our time.

Eduardo Bueno Campos
Vice-Rector of Research
Distance University of Madrid (Udima)

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

1

THE IMPLEMENTATION IN SPAIN OF A BRAIN GAIN MOVEMENT AS AN INSTRUMENT FOR ATTRACTING RESEARCH KNOWLEDGE (IBGE)

Pedro Aceituno Aceituno
Sonia Janeth Romero Martínez
Patricia Víctor Ponce
José García Núñez

1. Introduction
2. Methodology
3. Results
   3.1. Decision to leave
   3.2. National and international collaboration
   3.3. Intention of returning
4. Conclusions

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. INTRODUCTION

In Great Britain, 1963, the Royal Society defined the phenomenon known as brain drain as the emigration of British scientists to the United States of America, which was seriously detrimental to the British economy. This concept later also defined the emigration of academics and professionals from Third World countries. Due to this desertion of the country of origin, the more developed countries were those who benefited from the resources made available for training national researchers, resulting in an unfair technological help from the economically less favoured countries towards the more powerful countries (Brandi, 2006).

According to Gordon (2007), these studies were continued towards the end of the 80s and early 90s with a new focus known as brain gain, brain mobility or diaspora option, by which it is understood that national scientists who practice science in another country do not represent an ultimate loss, but instead are professionals who are better qualified than they would be if they were to have stayed in their country of origin and whose potential can be utilised via networks with local scientists, all of which is favoured by the presence and use of information and communication technology (ICTs).

Among the most notable advantages of the brain gain focus, it is worth mentioning that it is quite affordable for the country of origin and that it enables the scientists abroad to contribute profits to their national societies without losing their jobs abroad (Zweig & Siu, 2004).

Spain could be a good candidate for a focus of this type, since, despite measures put in place to attract researchers, it does not offer an adequate balance in terms of scientist mobility, according to the scarce official data available. Among these implemented measures we find the reincorporation contracts from the mid-nineties (Asociación Nacional de Investigadores Ramón y Cajal, ANIRC, 2004), The Ramon & Cajal Programme from the beginning of the last decade (General Subdirectorate of Training and Mobility of Researching Personnel of the Ministry of Science and Technology, MYCT, 2003) and the most recent Programme I3 for Incentivisation for the Incorporation and Intensification of Research Activity (Ministry of Education and Science, MEC, 2006).

With regards to the balance of scientific mobility, Spain has only attracted 716 national scientists and 150 foreign researchers with the Ramon and Cajal Programme,

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

according to the latest data corresponding to 2008 provided by the Ministry of Science and Innovation (Díaz, 2009), there being currently 10,777 Spanish scientists working abroad, if the latest percentage of highly qualified Spanish citizens working abroad are taken into account, set at under 5% (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2009), and said percentage is multiplied by 215,544, the number of known Spanish researchers who carry out scientific activities in Spain (National Institute of Statistics - Instituto Nacional de Estadística, INE - 2014a).

As can be seen, there are scarce and not excessively recent official data, but they are in any case indicative of the fact that the balance of the Spanish researching mobility is not excessively positive. This statement is supported by data taken from the INNOVACEF reports for years 2010-2013 (Aceituno, Campanario & Burgos, 2010-2013). In view of these data, between 60 and 80 percent of young researchers who work in Spain consider there is a high possibility of them leaving to work abroad. This number could be considered positive if it were given within a context of adequate maintenance of the links with the Spanish institutions of origin and with the goal being, for example, to increase their training or establish new collaboration networks with prestigious international researchers and research centres (brain gain focus), but it is highly probable that this departure becomes an exit with scarce possibilities of returning if we take into account how few of these young researchers working in Spain have confidence in the national R&D&I system, which, according to INNOVACEF (Aceituno, Campanario & Burgos, 2006-2013), range between 39-43%, much lower than the Spanish researchers' confidence in foreign countries (57-63%), according to data from the same report.

On the other hand, only 20-40% of Spanish researchers who work abroad consider there is a high possibility that they will return to Spain in the near future. For the rest of the researchers abroad, the chance of returning is practically non-existent, as these researchers will look for another opportunity abroad when their current work situation comes to an end, they have several job offers abroad or their professional and personal conditions in their work abroad have so little room for improvement that their return to the national R&D&I system is unthinkable, which, just like the rest of data shown in these results, is an indicator of the difficulties the national R&D&I system has in attracting and retaining scientific knowledge.

Moreover, for Spain, retention and attraction of its own scientists could probably improve its competitiveness because if it could achieve a better balance of researcher mobility, it might be in a better position to ascend to a more significant position in world competitiveness, given that according to the Global Competitiveness Index (World Economic Forum, WEF, 2014), the Spanish position has been located at positions 36 and 35 in the last two classifications.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

For all the above, it would be interesting to conduct a study that allows us to find out the level of brain gain focus that the Spanish scientist mobility possesses, in order to maintain, and, where appropriate, expand the contact and collaboration with the national scientists , as a prior step to the articulation of policies that generate an adequate attraction of national and international scientific knowledge.

2. METHODOLOGY

In order to reach these goals, the methodology has consisted of an on-line survey aimed at the Spanish researchers abroad, for which the facts sheet (see Table 1), classification data and sections which comprise it are presented below.

Table 1. **Facts sheet for the survey conducted on Spanish scientists who carry out their activity abroad**

Population	10,777 scientists who are working abroad (1)
Data collection technique	On-line questionnaire application
Field work dates	13 January to 15 March 2014
Size of sample	379 scientists who are performing their activity abroad
Margin of sampling error	5 % assuming a 95 % level of trust

(1) As mentioned previously, the way we reached this number has been explained when mentioning the lack of official data which allow us to know the Spanish scientist mobility balance

Below, through the explanation of the classification data, we are going to try to justify the sample obtained with respect to the population of Spanish scientists abroad. In this aspect, as can be seen in Diagram 1, the countries from which the researchers have answered the most are Germany and the United Kingdom, followed at a distance by the United States, which coincides with the data obtained from the different national programmes for improving the training of scientists abroad (Ministry of Science and Innovation, MICINN, 2007-2011), which refer to the fact that the destination countries of Spanish researchers are mainly those of the European Union such as the United Kingdom, France and Germany and countries from North America, with the United States taking the lead.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 1. **Geographical location of Spanish scientists abroad**

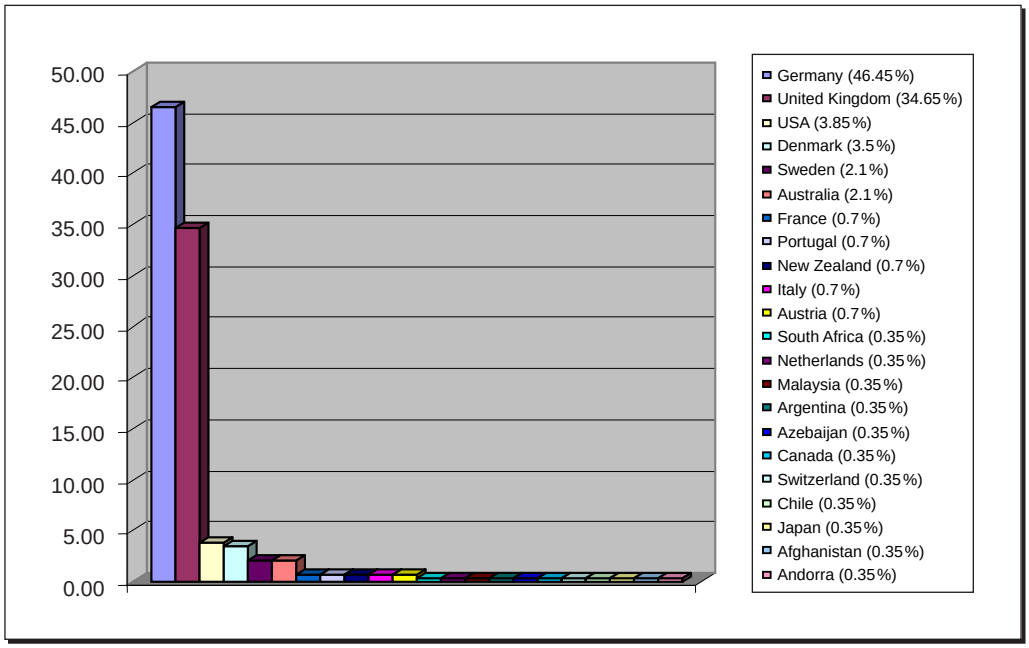
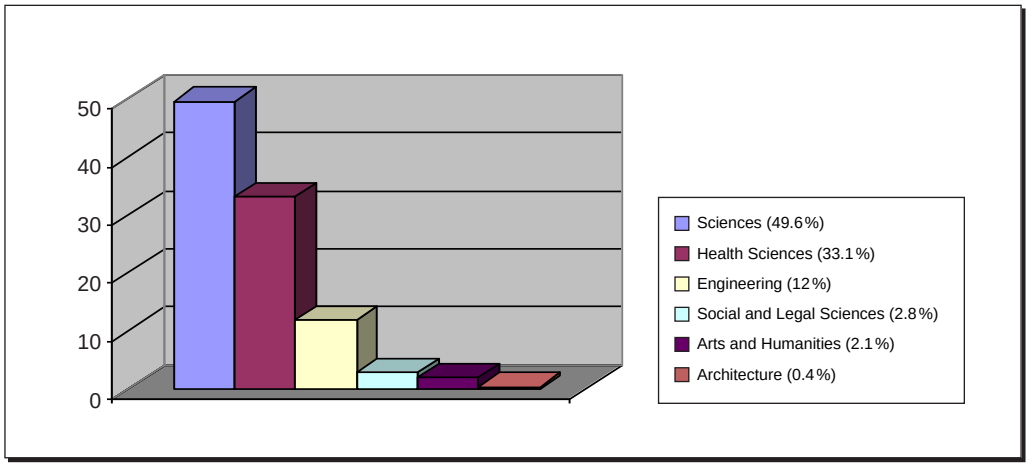


Diagram 2. **Area of knowledge of Spanish scientists abroad**



With identical sources to those used for countries, the areas of knowledge in which the Spanish scientists working abroad perform their activity can also be known. These branches are mainly those of biology, chemistry, health and medicine. As can be seen in

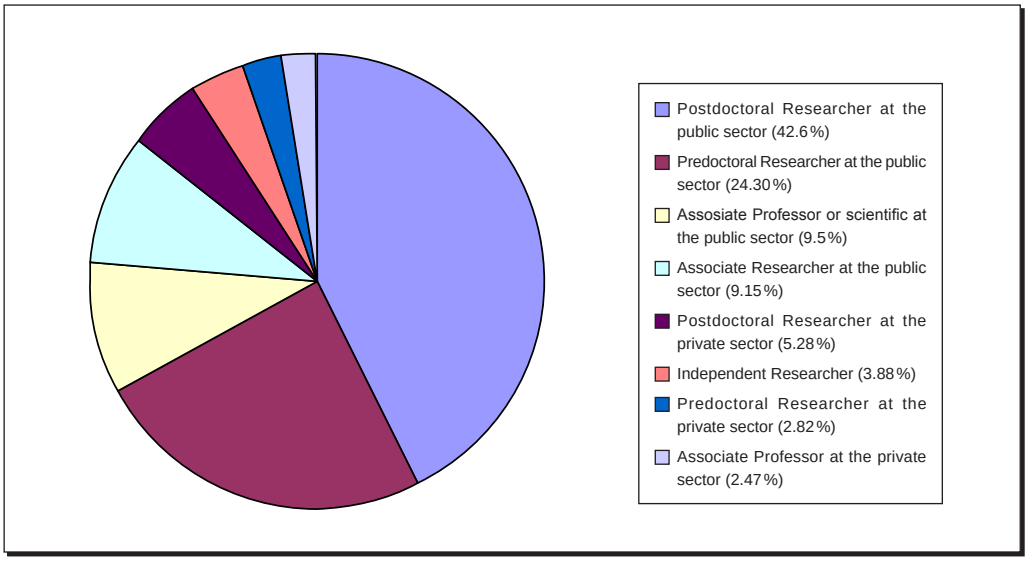
"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 2, the scientists from science and health sciences areas are those who have most answered the survey, which corresponds with that indicated in quoted sources, especially if we take into account that a branch such as biology is encompassed within these two areas of sciences and health sciences in accordance with the Royal Decree 1393/2007, of 29 October, which establishes the order of the official university education (MEC, 2007).

The membership group which has most responded to the questionnaire has been that of the post-doctoral scientists in the public sector (see Diagram 3), which is a reflection of the greater ease in accessing post-doctoral research posts that are offered by European and U.S. universities (Research Career Committee of the Federation of Young Researchers/ Precarious, 2007).

According to this source, the easier access offered by the European and North American universities to the post-doctorate scientists could explain why a large number of these researchers carry out their work from said institutions. As can be seen in Diagram 4, if the number of public universities is added to the corresponding private universities, a majority percentage is obtained which practically reaches 60 %.

Diagram 3. **Membership group of the Spanish scientists abroad**



Regarding the autonomous community or city of origin, Diagram 5 shows that the answer of the majority coincides very much with the autonomous communities and cities in which a larger number of scientists carry out their activity in Spain, as established by the INE (2014b): Madrid, Catalonia, Andalusia, Basque Country and Valencia.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 4. **Type of organisation of Spanish scientists abroad**

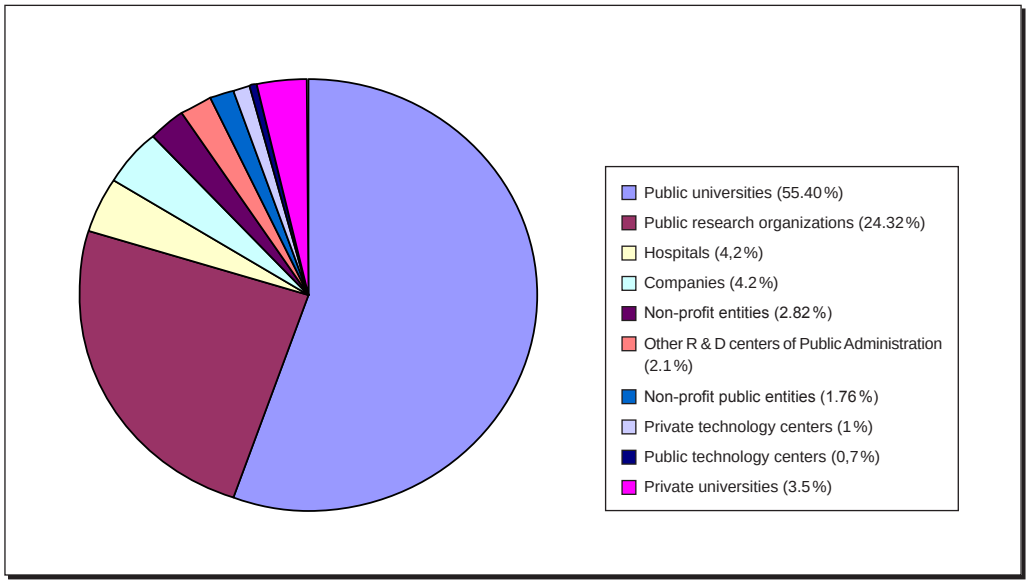
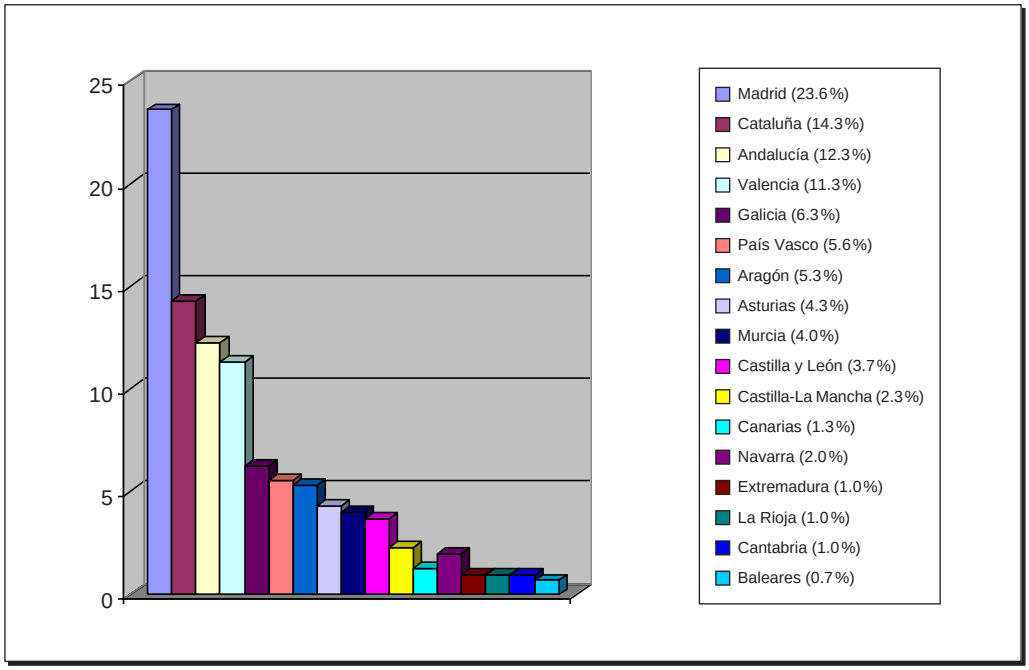


Diagram 5. **Autonomous community and city of origin of the Spanish scientists working abroad**



"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Regarding wages received by Spanish scientists abroad, there are no official data, however it is observed that they are considerably better than those received by young researchers working in Spain, if we consider the last numbers collected in INNOVACEF (2013). The largest proportion of young researchers is found in the "under 20,000 euros" wage band at 55%, while in the case of the Spanish scientists who work abroad, this band is occupied by only 18.9% (see Diagram 6). Similarly, the wage bands for young investigators "between 30,001 and 40,000 Euros" with 5.68% and "more than 40,001 Euros" with 1.47% have significantly lower percentages than those corresponding to Spanish researchers who work abroad (27.6% and 33.5%, respectively).

In view of the above in Diagram 7, there is a balanced response by gender, with a slightly higher percentage for women which, although it does not correspond exactly to that established in INE (2014a) in its last figures of known data, with 38.80 per 100 of the total researchers who are dedicated to science being women, it adequately allows the views of both sexes on the matters analysed in this study.

According to the data presented above, the population of Spanish scientists working abroad is adequately reflected in the obtained sample. Now the sample obtained in this study has been justified, below the different sections of which this work comprises are presented, from which the results of this study have been obtained:

Diagram 6. **Wage scale of Spanish scientists abroad**

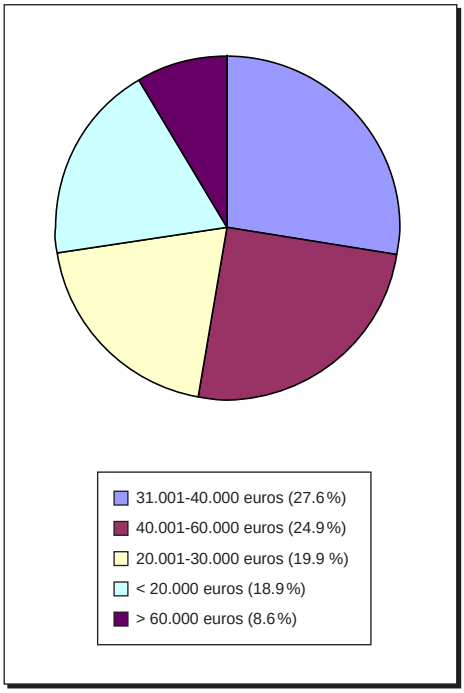
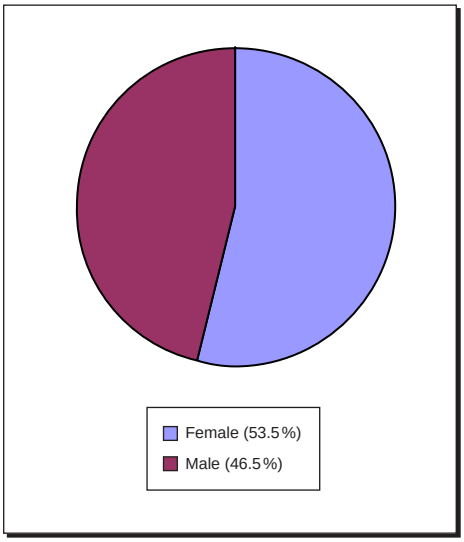


Diagram 7. **Gender of Spanish scientists abroad**



"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- **Decision to leave.** This section identifies and analyses the reasons the sample of researchers who took part in the study had for leaving the country. Subsequently, we reflect the causes which led them to choose the country in which they currently perform their research and, finally, the people and institutions which made it possible for the survey respondent to continue their research career abroad.
- **National and international collaboration.** In the second section three fundamental aspects are analysed regarding the degree of collaboration existing between national and international scientific institutions and the Spanish scientists resident abroad in the development of their scientific activity.

  The first aspect refers to the degree of collaboration that exists in the performance of their scientific activity with international and national institutions and the Spanish institution of origin itself.

  The second relates to the degree to which the country in which the activity is performed enables collaboration with national and international institutions and the Spanish institution of origin, as well as the degree to which the Spanish scientific institutions promote collaboration with Spanish scientists resident abroad.

  Finally, the third aspect analysed makes reference to the areas in which the Spanish scientists resident abroad would be interested in collaborating with Spanish scientific institutions.
- **Intention of returning.** This section focuses on discovering the researchers' intention of returning and the variables which can interfere in this decision. For this purpose, said section is divided into the following aspects: first, with regards to the intentions and the possibility of the scientist returning; second, regarding measures which would make it easier for the researcher to return; third, relating to the reasons it would be harder for the scientist to return. In any case, and in line with the methodology of the survey, the researchers had to answer yes or no questions, so they could answer affirmatively different items of the same questions.

3. RESULTS

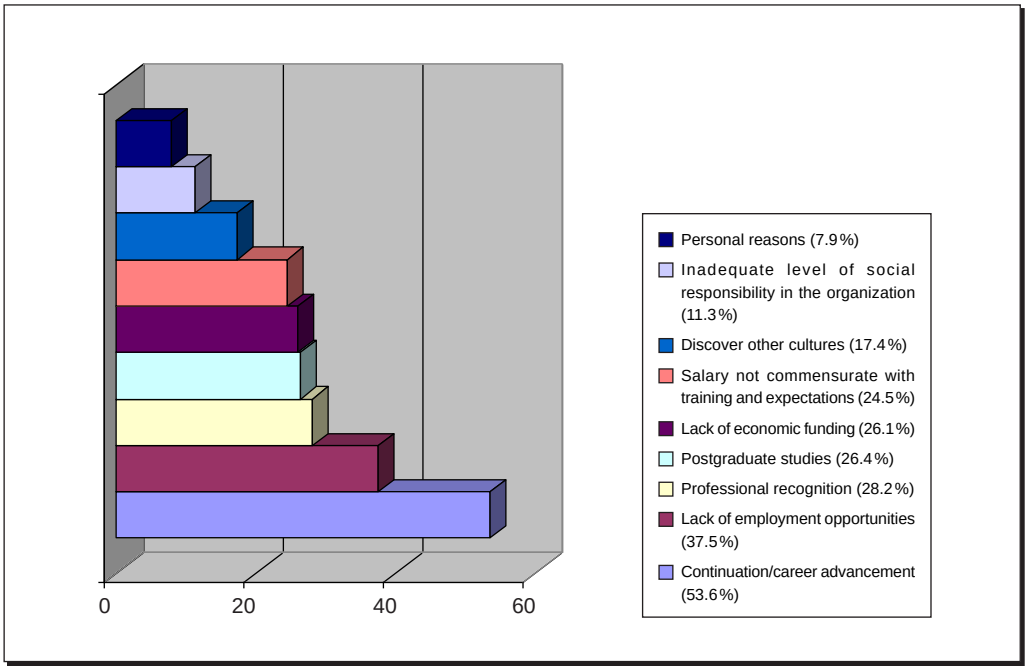
The results of the first section regarding the decision to leave Spain to practice science in other countries are displayed below.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3.1. DECISION TO LEAVE

Below, Diagram 8 displays the results which were obtained from the question the Spanish scientists abroad were asked regarding their reasons for leaving the country (only yes or no answers for each of these reasons). In view of this diagram, it can be seen that, out of the nine suggested possible causes, the continuation and progress of the research career is the one with the highest percentage in this respect, with 54%.

Diagram 8. **Reasons that led to departure**



One of the main threats to the technological and scientific system of the so-called knowledge-based economies consists of its own researchers not finding work opportunities appropriate for their profile; this occurs both in the development of research activities in public or private institutions and in companies and other private organisations which make up the industrial system and the services sector of the developed economies. Even though the lack of job opportunities was chosen by a lower percentage than before (37.5%), we must highlight that it was the second most voted option by the survey respondents.

Professional recognition represented the third most important cause. As can be seen in Diagram 8, 28.2% of Spanish scientists abroad decided to leave Spain because they

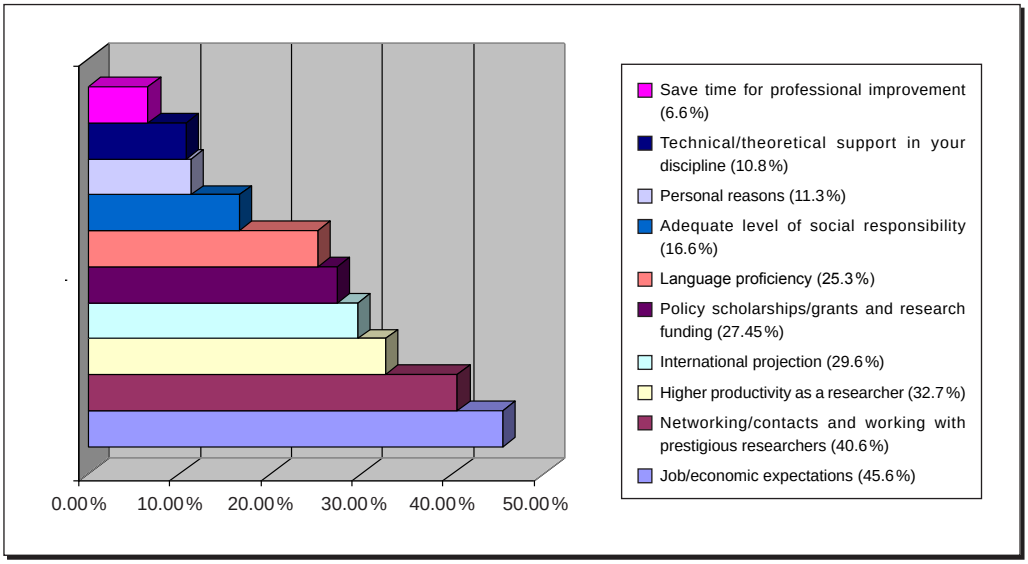
"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

did not find recognition matching their curriculum and experience in the scientific world. Not far from this datum, there are other reasons such as completing doctorate studies abroad (26.4%), the lack of financing (26.1%) and the salary not being in accordance with training and expectations. This last aspect is noteworthy as it shows that, although pay is important for scientists, other aspects take priority.

More distanced from these aspects, there are others such as the personal enrichment obtained from getting to know new cultures (17.4%), inadequate level of social responsibility[1] (CSR) in the organisation (11.3%) and personal reasons (7.9%). The 1st and last are difficult to control by scientist mobility policies which might possibly be implemented. With regards to that relating to the CSR, the low percentage achieved may be indicative of the existence of complementary measures of this type which support some of the previous ones for implementing suitable policies for attracting Spanish scientific knowledge.

The next question in this section is related to the causes which led the Spanish scientists working abroad to choose the country in which they currently practise research (just like the previous question, the answer can only be yes or no for each reason). In Diagram 9 we can see that the first cause are work and financial expectations with nearly 46%.

Diagram 9. **Reasons for choosing the current destination country**



[1] Aspects which could characterise this inadequate level of social responsibility in the organisation could be the non-existence of professional and family reconciliation measures, professional instability, low personal benefits or non-compliance of basic social and labour rights, among others.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

On the other hand, with a 5% difference in comparison with the above, the polled scientists indicated the possibilities the destination offered for establishing contacts and working with prestigious scientists as the second most valued factor. Just below, at 32.7% of the sample revealed that when deciding their destination they had taken into account whether it would help them increase their scientific productivity. In relation to the previous items, 29.6% of the scientists stated that they had considered the scientific projection that could be obtained in the destination country. At the same time, 27.4% had considered the benefits, research financing and grants policies. In light of these results, we can conclude that the researchers value enormously the conditions in which they can develop their labour and future projection, aspects which should both be taken into account when designing policies for attracting scientific knowledge.

Similarly, Diagram 9 displays other causes of less relevance, as over 74% of those polled did not use them as decision criteria. As can be seen in Diagram 9, the cause which takes sixth place is the knowledge of the language of the destination country, with 25.3% of those polled affirming they considered this factor when making a decision. After this, there are other aspects, detailed below:

- For 16.6% of the sample, the level of social responsibility of the organisation where they were going to work was important, taking shape, as for the previous question, but in this case with conflicting measures, in the existence of professional and family reconciliation measures, professional stability, personal benefits and the compliance with basic social and labour rights, among other measures.

  This information indicates that this cause is not among the most valued when deciding the destination country. This number is corroborated due to the fact that these social aspects are not among the highest positions either in the differences between the work and personal circumstances that are offered abroad and in Spain in the opinion of the Spanish scientists working abroad who have answered the different INNOVACEF reports (2010-2013).

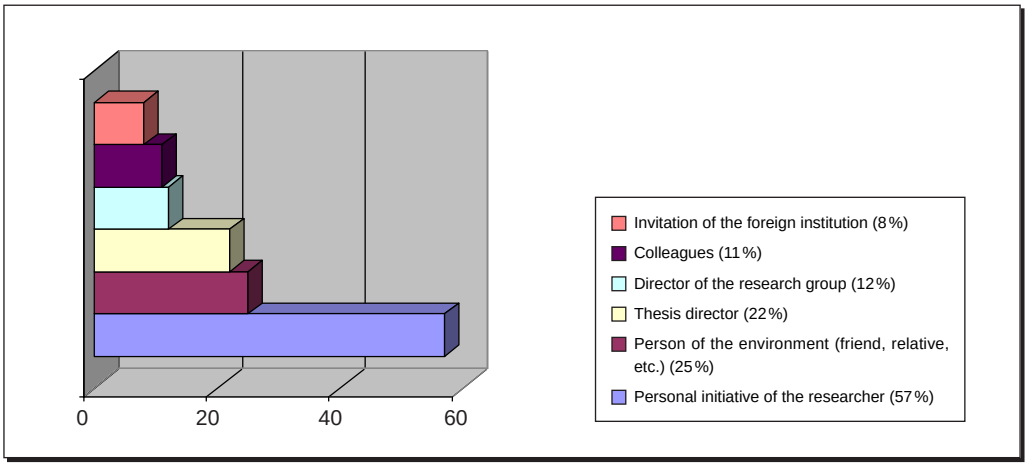
  These data, together with that of the previous question, by which the low level of CSR was not among the main reasons for leaving, suggest that the differences in this respect, if any, are limited and, of course, less than other more notable issues, so if the implementation of CSR is strengthened in any way in the organisations in which the researchers work, it could surpass that offered in other countries and therefore become a complementary measure to favour their return to Spain.

- Only 11.3% stated they chose their country of destination for personal reasons.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- A minority of 10.8% confirm that they selected their destination country due to the theoretical or technical support the country was going to provide. Perhaps the same thing happens in this case as in the case of the CSR, as confirmed by the minor differences in this type of support to be provided abroad, according to that stated by the Spanish scientists who work abroad who have answered INNOVACEF reports (2010-2013).
- A slightly larger minority than in the previous case of 6.6% decided the country guided by economising time, *i. e.*, because it offered them the opportunity to be promoted or finish their doctorate in less time.

Diagram 10. **People or institutions that helped make the decision to leave**



Lastly, this section reflects the proportion of positive answers the researchers gave when asked which people or institutions had helped them make the decision to leave the country to perform their research work abroad. According to the data displayed in Diagram 10 we can see that the most noteworthy value is that 57% indicated that it was their own initiative that drove them to leave the country. After this criteria, although considerably lower percentage, the scientists revealed several people or institutions which encouraged them to leave and which we can divide into two blocks according to the percentages obtained:

- Friends and/or family members with 25% and the thesis director with 22
- Head of research group, with 12% of researchers admitting that this figure had influenced their decision; colleagues, with a nearly identical percentage, 11%; and, finally, in last place, the invitation from a foreign institution, with 8%.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

In view of these data, it is worth highlighting that the figure with the best professional conditions to be an important part in the implementation of brain gain policies is the thesis director, who can help the researcher depart to a known prestigious institution, maintaining contact to continue working together and channel a possible return after the period abroad.

3.2. NATIONAL AND INTERNATIONAL COLLABORATION

Table 2 displays the results from the respondent's valuation, on a scale of 1 to 7, in which 1 means they "do not at all" agree and 7, "totally", regarding the degree of collaboration existing in the performance of their scientific activity with international and national institutions and the Spanish institution of origin.

The results prove a high degree of collaboration between Spanish scientists resident abroad and the international scientific institutions and a scarce or non-existent collaboration between the same and the Spanish scientific institutions.

More specifically, 69.7% of those polled gave a 6 or 7 point valuation to the degree of collaboration with international scientific institutions, whereas the percentage that represents the same valuation regarding the degree of collaboration with Spanish scientific institutions or the Spanish scientific institution of origin is 13.1% and 9%, respectively.

By grouping the valuations of 1 and 2 points given by the sample we can see that 57.8% regarding the Spanish scientific institutions in general and 67.9% regarding the Spanish institution of origin consider there is little or no degree of collaboration, which is corroborated with the 8.6% who give the same valuation with regards to the degree of collaboration with international scientific institutions.

Table 2. **Valuation of the degree of scientific collaboration**[1]

Valuation	International institution	Spanish institution	Spanish institution of origin
1	5.2	40.3	53.0
2	3.4	17.5	14.9
3	3.4	9.7	6.3

.../...

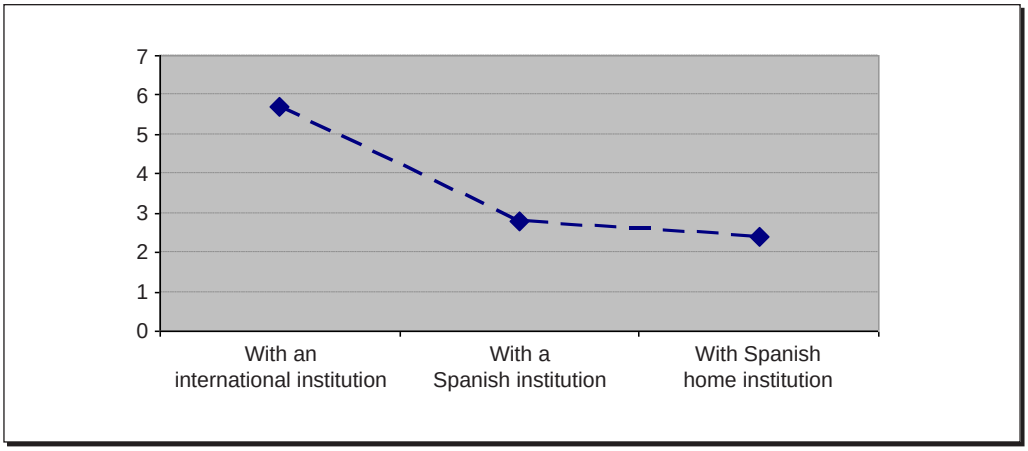
[1] Valuations given by the sample as so much percent.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Valuation	International institution	Spanish institution	Spanish institution of origin
.../...			
4	7.8	9.7	7.1
5	12.3	9.7	9.7
6	22.4	7.9	4.5
7	45.5	5.2	4.5
Total	**100**	**100**	**100**
Average value	**5.7**	**2.8**	**2.4**
Standard deviation	**1.71**	**1.94**	**1.86**

Diagram 11 represents the average value assigned by the sample regarding the degree of scientific collaboration. This shows that the average valuation of the degree of collaboration with international scientific institutions (5.7 points out of 7) is much higher, more than double, the average valuation related to the degree of collaboration with Spanish scientific institutions (2.8) or the Spanish institution of origin (2.4). The average valuation of the degree of collaboration with any Spanish scientific institutions is higher than the average valuation of the degree of collaboration with the Spanish institution of origin of those polled.

Diagram 11. **Average valuation of the degree of scientific collaboration**



"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Table 3 shows the results of the survey respondents' valuation of the degree to which the country where they carry out their scientific activity enables collaboration with international and national institutions and the Spanish institution of origin, as well as to what degree the Spanish scientific institutions promote collaboration with Spanish scientists resident abroad.

From the obtained results, the following conclusions are derived:

- The countries where the Spanish scientists resident abroad develop their activity enable collaboration with international scientific institutions more than with Spanish scientific institutions.
- The average valuation concerning the degree to which the countries where the Spanish scientists resident abroad develop their activity enable collaboration with Spanish scientific institutions (5.0) is higher than the average valuation given regarding the degree to which the Spanish scientific institutions promote collaboration with the Spanish scientists resident abroad (2.5) (see Diagram 12).
- 56.7% of those polled (valuations of 1 and 2 points) state that the degree to which the Spanish institutions promote collaboration with the Spanish scientists resident abroad is almost or totally non-existent, which is corroborated with the 5.9% (valuations of 6 and 7 points) who recognise a notable effort made by the Spanish scientific institutions in promoting scientific collaboration.

Table 3. **Measure of the degree to which scientific collaboration is favoured from the country where the activity is practised**[1]

Valuation	International institution	Spanish institution	Spanish institution of origin	Spanish institutions promotion
1	1.1	6.7	12.7	36.2
2	1.9	5.2	7.1	20.5
3	4.9	7.5	9	16.8
4	8.6	18.3	17.2	15.3

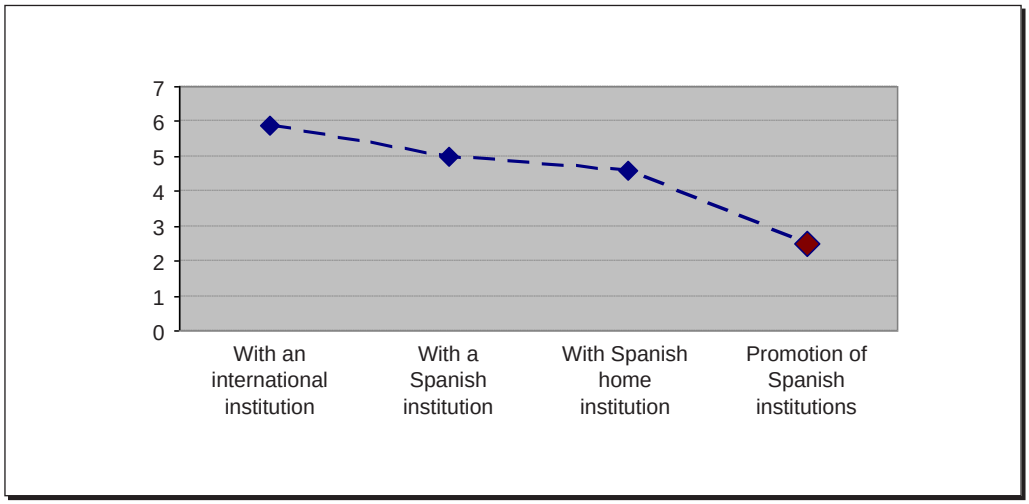
.../...

[1] Valuations given by the sample as so much percent.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Valuation	International institution	Spanish institution	Spanish institution of origin	Spanish institutions promotion
.../...				
5	11.6	16.4	10.8	5.2
6	29.5	20.1	17.5	2.2
7	42.5	25.7	25.7	3.7
Total	**100**	**100**	**100**	**100**
Average value	**5.9**	**5.0**	**4.6**	**2.5**
Standard deviation	**1.37**	**1.80**	**2.06**	**1.61**

Diagram 12. **Average valuation of the degree to which scientific collaboration is favoured**



In view of the data displayed in Table 4 and Diagram 13, the four areas in which those polled have shown a greater interest in collaborating with Spanish scientific institutions, with at least 85 % of the researchers stating that they have collaborated or are interested in collaborating are: development of joint research projects (96.3 %), joint publications (94 %), attending conferences (88.8 %) and formalising research contracts (85 %).

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

The previous data is corroborated by the seven areas in which at least 40 % of the sample express a non-interest in collaborating with Spanish scientific institutions: requesting patents (54.2 %), consultancy work (50.64 %), creation of new technology-based companies (48.7 %), creation of new or improved products or processes (43.2 %), informal contact/stays in companies (42.3 %), participation in networks via electronic support (41.4 %) and training employees (40.2 %).

Table 4. **Interest in collaborating with Spanish scientific institutions**[1]

Answer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Yes	80.1	73.8	73.5	69.3	68.4	67.4	66.7	56.0	56.0	53.8	53.6	51.9	50.2	46.6	44.7
No	15.0	6.0	3.7	11.2	31.2	30.3	28.5	40.2	43.2	37.2	42.3	41.4	48.7	50.4	54.2
I have already collaborated ..	4.9	20.2	22.8	19.5	0.4	2.3	4.8	3.8	0.8	9.0	4.1	6.7	1.1	3.0	1.1
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

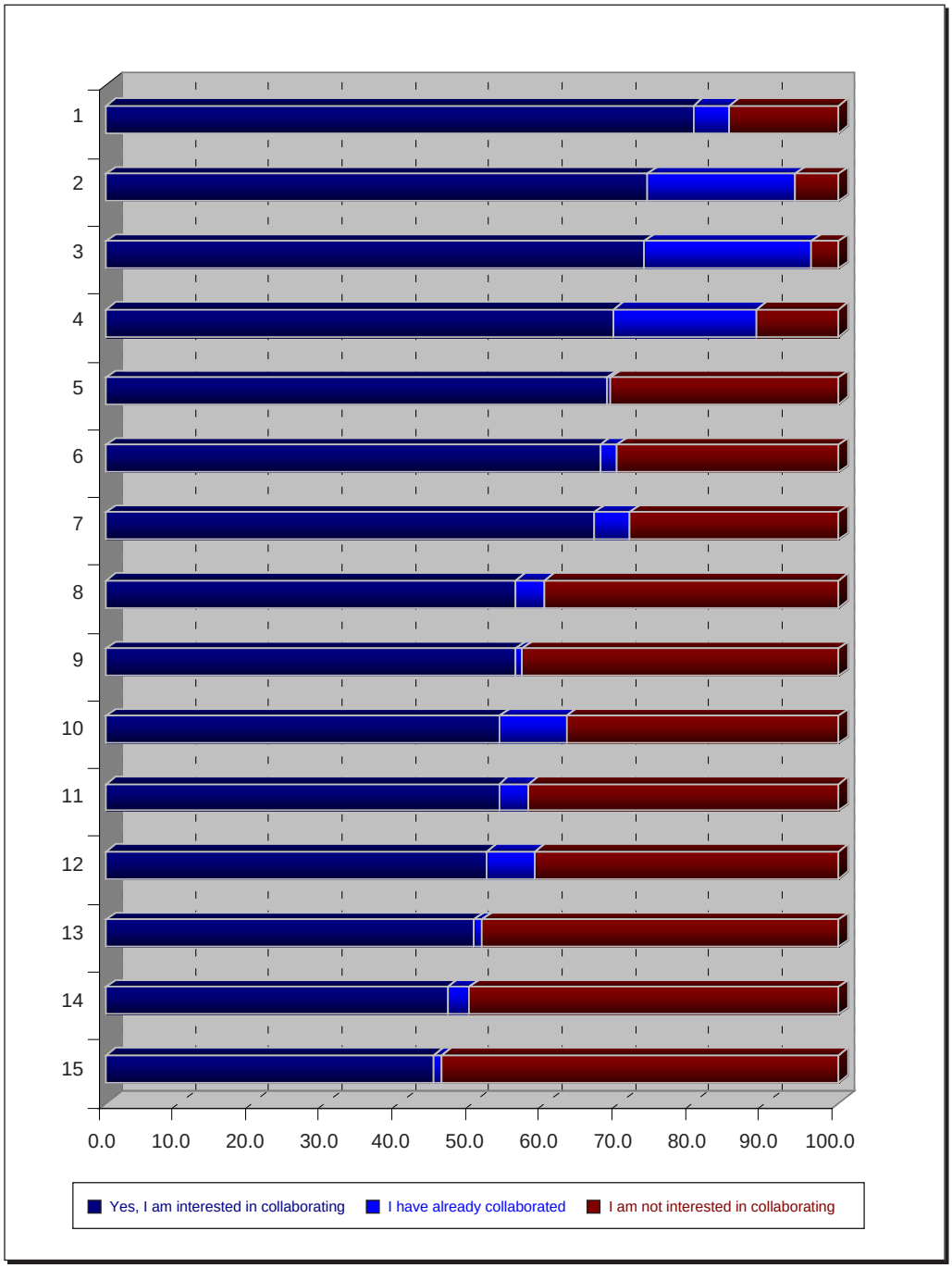
Areas of cooperation:

(1) research contracts
(2) implementation of joint publications
(3) joint research projects
(4) attendance at conferences
(5) influence on socio political changes
(6) recruit researchers for Spanish scientific institutions
(7) obtaining funding for the Spanish institution
(8) employee training
(9) creating new or improved products or processes
(10) PhD theses
(11) informal/stays in contact companies
(12) participation in networks using electronic support
(13) the creation of new technology-based companies
(14) and consultancy work
(15) patent application

[1] Answer chosen by the sample as so much percent.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 13. **Interest in collaborating with Spanish scientific institutions**

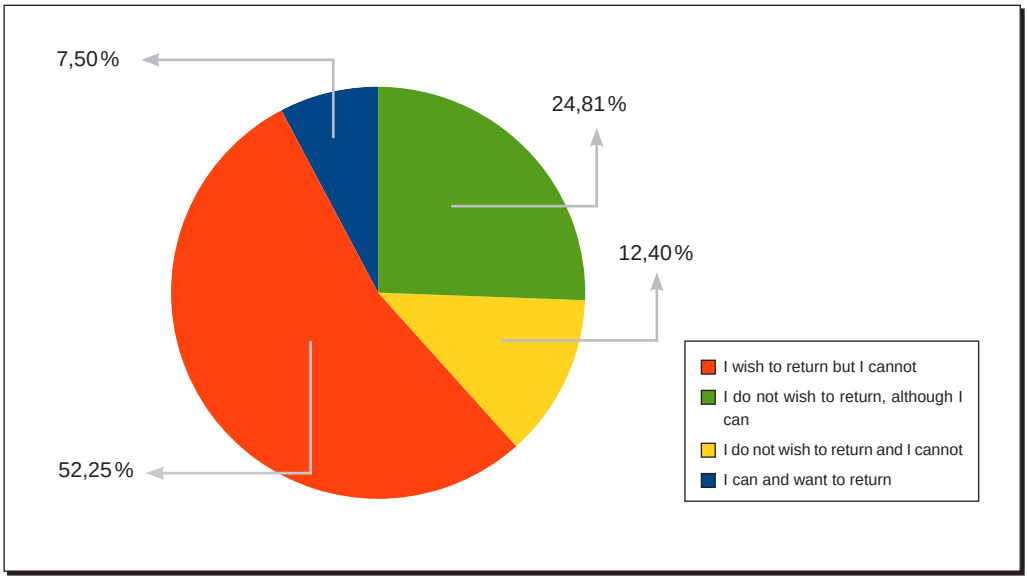


"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3.3. INTENTION OF RETURNING

Within this section, the scientists were first asked about their intentions and their possibilities of returning. Diagram 14 shows the answers regarding their identification with one of the four groups established in the survey. As can be seen in Diagram 14, they defined themselves according to their intention and the possibility of them returning to Spain to continue their scientific career in the short or medium term (approximately the next 5 years).

Diagram 14. **Intention and possibility of returning to continue their scientific career in Spain (next 5 years)**



- **Group I: "I wish to return but I cannot".** Over half the Spanish researchers, 52.25% state they want to return to Spain to continue their scientific career, however this desire clashes with their idea that they cannot return to Spain.
- **Group II: "I do not wish to return, although I can".** The second most representative group of the sample is reflected in this option, at 24.81%.
- **Group III: "I do not wish to return and I cannot".** The third most chosen group by the sample is this situation, at 12.40%.
- **Group IV: "I can and want to return".** The least representative group is comprised of those researchers with real possibilities of returning, as their desire and intention of returning coincides with a personal and professional

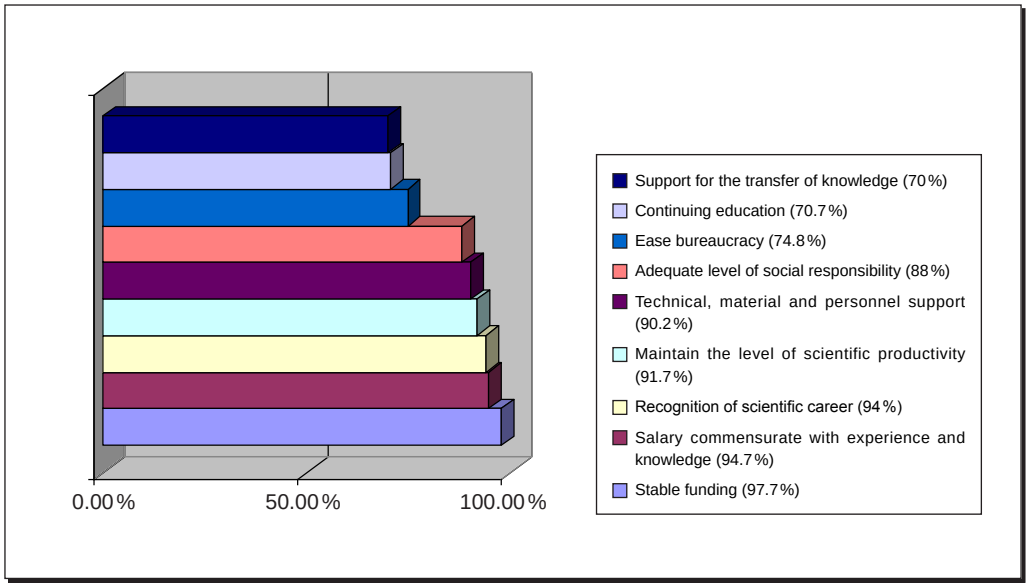
"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

situation which allows it. It is the situation of 7.50 % of the sample. We consider this information to be especially valuable, as it gives us an idea of the total percentage of researchers who will return to Spain in the near future. In the same way, if we add up the two groups who express a desire to return, regardless of other conditions, we can see they reach nearly 60 %, which means the majority of Spanish scientists who are working abroad wish to return.

This important group is the one which would primarily need to be identified to implement brain gain policies, with which a high level of contact should be maintained and which could help establish the first real experiences with this approach as a basic tool, which, in turn, could have a positive influence in attracting other researchers.

In Diagram 15 the different measures, incentives or situations are displayed which could make it easier for Spanish researchers to return to Spain to continue their scientific career. In the same Diagram 15 we can see the percentage of researchers who answered affirmatively to the proposed items.

Diagram 15. **Measures to make it easier for Spanish researchers working abroad to return to Spain**



In accordance with these results, a certain parallelism is visible between the answers of the first section "Decision to leave" and those given in the current section. The measures that would most stimulate the return (stable financing, salary in accordance with experience

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

and knowledge, recognition of scientific career and maintaining the level of scientific productivity) are related to the most relevant causes for leaving (financial and work-related reasons, above all those related to the projection of the researcher's scientific career).

There is a notable percentage of researchers who considered that stable financing would work as an incentive for them to return. Specifically, nearly the whole sample, 97.7%, chose this item. Secondly, with a percentage difference of 3 points, 94.5% of the researchers established that receiving a salary in accordance with their experience and knowledge, that is to say, in line with their curriculum, would work as a stimulus for them to return. A nearly identical proportion, 94%, informed that the recognition of their scientific career in Spain would encourage them to return. Similarly, within the group of measures related to the scientific level, the majority of the Spanish scientists in the sample also considered the possibility of being able to continue their scientific production level in Spain attractive –91.7%–, as well as receiving suitable technical, material and personal support, 90.2%.

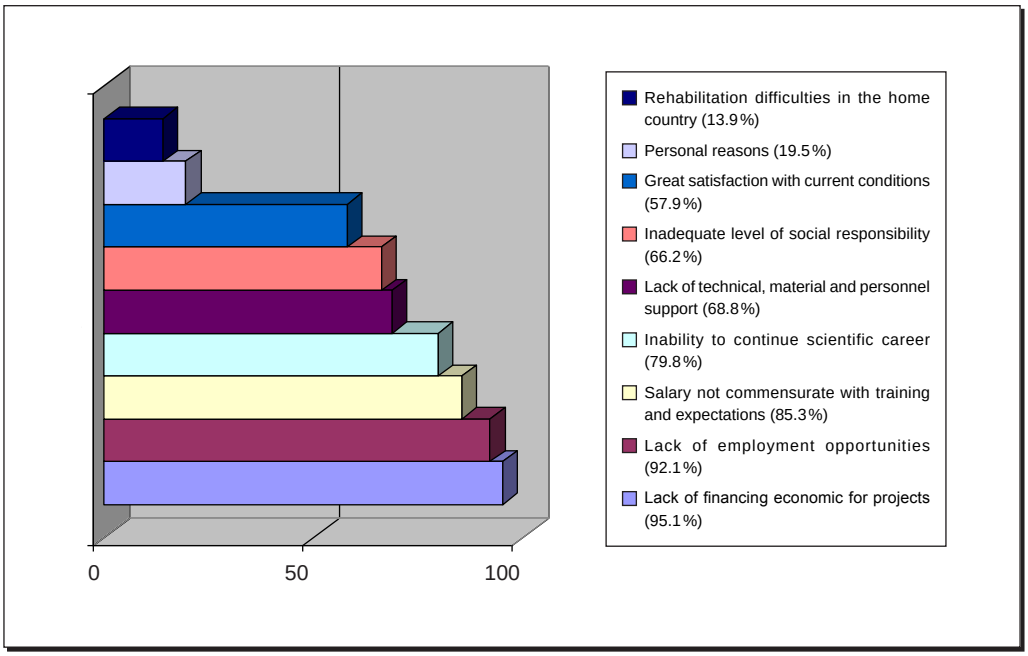
On the other hand, the majority of scientists also valued the rest of the proposed measures as positive, although with lower percentages. In this group we find those focused on the CSR which, as mentioned previously, refer to, among other aspects, the professional and family reconciliation, professional stability, personal benefits and the compliance with basic social and labour rights. In fact, only 22% stated that an improvement in the CSR would not influence their decision to return to Spain, so if this measure were to be implemented it could become an adequate policy for attracting Spanish scientific knowledge. In addition, other aspects which would encourage the return of scientists are the simplicity in bureaucratic processes, with 74.8%, receiving continuous training, with 70.7% and, lastly, be provided with support for transferring knowledge, which reaches 70%.

To conclude this exhibition of results, Diagram 16 shows the percentage of affirmative answers to the question regarding the reasons which makes it difficult for scientists to return to Spain. It is a question which addresses similar issues to the previous question, but worded inversely. This question was incorporated, among other reasons, due to the lack of knowledge about the measures which could be adopted to attract researchers and the causes which obstruct their return, as some -see those of personal nature- are not within the control of the institutions.

In view of the data in Diagram 16, the reason which has reached the highest percentage among researchers in this aspect coincides with the most chosen measure to encourage return: financing. As can be seen, it particularly highlights the proportion of researchers, nearly all of them, 95.1%, who consider the lack of project financing a circumstance which obstructs their return.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 16. **Factors which make it difficult for Spanish researchers working abroad to return to Spain**



Similarly to the previous question, also in second place, the researchers identified the work barriers as one of the biggest obstacles for returning. In this respect, we can see that 92.1 % indicated the lack of work opportunities and 85.3 %, the salary as not being in accordance with the researcher's training and expectations.

A the parallelism continues in the order of the researchers' opinions in answers such as the "Impossibility of continuing the scientific career" (which could be identified with the item "Maintain the level of scientific production" from the previous question) and the scarce technical, material and personal supports, which come after the work and wage-related barriers, with percentages of 79.8 % and 68.8 %, respectively. To conclude this comparative analysis, the "Unsuitable level of social responsibility" item follows the preference of the previous question, being chosen as a reason that makes it difficult to return, with lower percentages than the more popular options, but still important, which should lead to thought about the improvement of this measure as an adequate policy for attracting scientific knowledge.

Lastly, as mentioned previously, new questions were introduced which had not been included in the previous question. As can be seen, the three newly added circumstances

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

were the least chosen. 57.9% indicated that the great satisfaction with their current work conditions was one of the causes which hamper their return. A much lower percentage, less than half, 19.5% of the researchers in the sample clarified that their personal circumstances stopped them returning to Spain. Similarly, a lower percentage, 13.9%, indicated that they would not return due to the re-adapting costs that returning would entail.

4. CONCLUSIONS

As is evident in the results, there is a high degree of collaboration between Spanish scientists abroad and international scientific institutions, which contrasts with the scarce collaboration between the same Spanish researchers and the national scientific institutions, including the researcher's national scientific institution of origin.

Similarly, the countries where the Spanish scientists resident abroad develop their activity enable more collaboration with international scientific institutions than with Spanish scientific institutions, but the average valuation given for this same aspect with both Spanish scientific institutions (5.0 points out of 7) and with the researcher's national institution of origin (4.6 points out of 7) is still higher than the average level of effort put into promoting collaboration with Spanish scientists abroad by Spanish scientific institutions (2.5 points out of 7).

Given these scarce levels of contact and promotion of contact from Spanish scientific institutions, we can state that the existence of a brain gain focus in the Spanish R&D&I system is practically non-existent and in order to achieve an implementation of one, as a first step prior to coordinating policies aimed to generate a suitable attraction of scientific knowledge, the agents of the national R&D&I system are recommended to implement the following measures:

- Concentrate efforts in cooperating with the Spanish scientists abroad in those areas in which they have already collaborated or are more interested in collaborating: the development of joint research projects, joint publications, attending conferences and formalising research contracts. These collaborations which are more attractive for them could act as a good incentive for the cooperation to extend to other areas. Furthermore, as can be seen, all these preferred collaborations can be carried out via ICTs and the occasional physical attendance, and consequently, as the technological means make this cooperation easier, it should be backed by stimulating contact with measures such as those described in the following paragraphs.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- Drive the creation of societies of Spanish scientists abroad. A good example is the help provided by the British (CERU) and German (CERFA) societies in disseminating this survey and how a large number of Spanish scientists abroad can be contacted through these societies.
- Recognise the personal and professional labour carried out by the managers of these associations in favour of the national R&D&I system. Extend this recognition to all those national researchers who collaborate scientifically from abroad with the Spanish institutions and especially their institution of origin, as the ties to be strengthened in this respect require a greater effort in view of the data, but can also be stronger if achieved.
- Equally, encourage, train and recognise the thesis director as a key agent in making sure that the researchers perform their work abroad in the best possible conditions, instigate contact to continue working together and aid the researcher in his/her return to the country.
- Foment contact with the Spanish scientists abroad by conventional methods such as celebrating events, establishing meetings or reunions or carrying out studies, for example.

With regards to possible policies which could have a positive influence when attracting Spanish scientists abroad, the four questions related to said measures (reasons for leaving, reasons for choosing the destination country, measures to make returning easier and factors which could make it more difficult) have made it evident that the improvement of work conditions is the general measure which must be most highly taken into account when implementing this type of policies. Among these measures, it is worth highlighting those who have received a majority response in the question relating to the measures to make returning easier, such as stable financing, salary in accordance with professional experience and knowledge, recognition of scientific career and maintenance of scientific productivity

It is highly probable that Spain cannot currently offer these conditions in order to attract scientists, but if a public-private collaboration emerges, maybe minimum conditions can be achieved which would allow the nearly 60% of Spanish researchers who do wish to return to do so and which, in light of this mass return if it were to happen, could prompt other national scientists to return and even attract foreign researchers to arrive in our country.

To cover these differences with regards to the conditions offered abroad and given the impossibility of the financial funding increasing for contracts in the public sector in the short term and the fact that Spain continues to be one of the developed countries with

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

the lowest percentage of in-house researchers[1], the national public scientific institutions and companies could professionally recognise the return of the scientists from abroad and share the costs and profits of the contracts, as well as providing suitable CSR measures to try to attract Spanish scientists.

This larger increase in the transfer of scientific knowledge, which could be achieved with this public-private collaboration in aid of the return of national scientists, could surely increase the competitiveness of the companies and public scientific institutions, leading to a greater benefit for the Spanish economy and society in general.

BIBLIOGRAPHY

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: (2013). Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de Aceituno-ACEITUNO, P.: "Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2013, nums. 365-366, p. 1-68.

— "Séptimo informe INNOVACEF: una propuesta desde la JAE para mejorar la atracción y retención del conocimiento científico", *Revista de Trabajo y Seguridad Social,* CEF, August-September 2012, nums. 353-354, p. 205-264.

— "Tercer informe INNOVACEF: la respuesta de los científicos españoles en el extranjero y aportaciones desde la Federación de Jóvenes Investigadores", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2008, nums. 305-306, p. 171-232.

— "Segundo informe INNOVACEF: aportaciones para el regreso de los investigadores españoles en el extranjero", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, November 2007, num. 296, p. 145-194.

— "Primer informe INNOVACEF: aportaciones para mejorar el futuro de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, December 2006, num. 285, p. 147-192.

ACEITUNO-ACEITUNO, P.; CAMPANARIO-HERNÁNDEZ M. L. and BURGOS-GARCÍA C.: "Sexto informe INNOVACEF: buenas prácticas en el Programa Torres Quevedo", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, October 2011, num. 343, p. 224-280.

— "Quinto informe INNOVACEF: evolución y futuro de las oficinas universitarias de transferencia de los resultados de la investigación", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, October 2010, num. 331 p. 201-256.

— "Cuarto informe INNOVACEF: inserción laboral de investigadores en empresas", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2009, nums. 317-318. p. 217-272.

[1] Only 35.43 % (INE, 2014c) of Spain's researchers work in companies, contrasting with much higher numbers in this respect elsewhere, with the average of the EU-27 (49 %), United States (79%) and Japan (68 %) (CE 2008/2009).

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INVESTIGADORES RAMÓN Y CAJAL: *Resumen de la situación actual de los investigadores Ramón y Cajal*, Madrid, 2004.

BRANDI, M. C.: "La historia del brain drain", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2006, núm. 3 (7), p. 65-85.

COMISIÓN DE CARRERA INVESTIGADORA DE LA FEDERACIÓN DE JÓVENES INVESTIGADORES: "Informe de carrera investigadora. Carrera investigadora en España: deficiencias y propuestas", Madrid: Federación de Jóvenes Investigadores. 2007. Available at: http://www.precarios.org/InformeCI.

DÍAZ, A.: "España ya importa cerebros pese a los bajos salarios y la excesiva burocracia", *El Mundo-Campus* [on-line], October 28, 2009, 558: 1-5, 2009. Available at: http://www.elmundo.es/suplementos/campus/2009/558/1256732783.html.

EUROPEAN COMMISSION: "Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation". Key Figures 2008/2009, 2008/2009. Available at: http://ec.europa.eu/invest-in-research/monitoring/statistical01_en.htm.

GORDON, A.: "Teorías sobre movilidad de científicos y políticas públicas: los enfoques del brain drain y brain gain y su impacto en las políticas públicas", *Cuartas Jornadas de Jóvenes Investigadores del Instituto de Investigaciones Gino Germani (UBA) y Centro Redes-Conicet* (19-21 de septiembre de 2007), 2007, Buenos Aires.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE):

— (2014a): "Personal empleado en I+D (jornada completa y parcial) por sector de ejecución, ocupación y sexo. Resumen Nacional. Estadística I+D 2012". Available at: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=02005a.px&type=pcaxis&L=0.

— (2014b): "Total sectores. Gastos internos totales y personal en I+D por comunidades autónomas y tipo de indicador. Resultados por Comunidades Autónomas. Estadística I+D 2012". Available at: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=07001.px&type=pcaxis&L=0.

— (2014c): "Investigadores por año y sectores/unidad. Indicadores de Ciencia y Tecnología. Estadística I+D 2012". Available at: http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t14/p057/a2012/l0/&file=01006.px&type=pcaxis&L=0.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE: Royal Decree 1393/2007 of 29 October, which establishes the order of official university education. "BOE" num. 260, 30 October 2007. Reference: BOE-A-2007-18770

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE: Programme I3, Madrid, 2006.

MINISTRY OF ECONOMY AND COMPETITIVENESS[1]: "Memoria de actividades de I+D+i", Madrid: Ministry of Economy and Competitiveness. 2008-2011. Available at web: http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=888f66e17aa73210VgnVCM1000001d04140aRCRD.

MINISTRY OF SCIENCE AND INNOVATION: "Memoria de actividades de I+D+i", Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación. 2007-1996. Available at: http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnextoid=888f66e17aa73210VgnVCM1000001d04140aRCRD.

[1] The Memoires of the R&D&I activities of both the former Ministry of Science and Innovation and the Ministry of Economy and Competitiveness can be found at the latter's e-mail address, given in this bibliography.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS: "The global competition for talent", París: OECD Publications, 2009. Available at web: http://www.oecd.org/dataoecd/58/50/42259140.pdf.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN Y MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR DEL MCYT: "Programa Ramón y Cajal. Estabilización, inserción e incorporación de doctores en el sistema español de investigación", 2003, Madrid.

ZWEIG, D. and SIU FUNG, C.: "Redefining the brain drain: China's 'diaspora optionn'". Center on China's Transnational Relations, Working Paper, num. 1. 2004, The Hong Kong University of Science and Technology.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE FORMACIÓN Y MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR DEL MCYT: "Programa Ramón y Cajal. Estabilización, inserción e incorporación de doctores en el sistema español de investigación", 2003, Madrid.

WORLD ECONOMIC FORUM: "The global competitiveness report", 2014, Ginebra.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

FIRST PART

- **Chapter 1.** The implementation in Spain of a brain gain movement as an instrument for attracting research knowledge (IBGE)

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

SECOND PART

- **Chapter 2.** Scientist mobility: characterisations and policies. New approaches
- **Chapter 3.** Is research possible in Spain?
- **Chapter 4.** A scientific experience abroad. Research in the United States
- **Chapter 5.** Mobility support for researchers
- **Chapter 6.** Dissemination and communication of science to the brain gain service. www.madrimasd.org, a meeting and discussion platform open to all
- **Chapter 7.** Transforming brain drain into brain gain via scientific associationism abroad
- **Chapter 8.** Industrial leadership and its relation to scientist mobility
- **Chapter 9.** Innovation systems. An academic proposal for praxis

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

2

SCIENTIST MOBILITY: CHARACTERISATIONS AND POLICIES. NEW APPROACHES

Inés Andújar Nagore

1. Introduction
2. Scientist mobility: history, characterisations and policies
3. Mobility as a complex and social process: implications
4. Summary and conclusion

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

This contribution briefly considers the role of the theoretical characterisation of scientist mobility in the policy articulation of human resources in science and technology. Specifically, it highlights the importance of recognizing the mobility as a "social and complex" process: "social", in the sense of developing, not in isolation but within a network of relationships and interactions with other agents and "complex", in the sense of being susceptible to evolving and giving rise to realities that are essentially new and associated with specific environments and contexts. The recognition of the complex and social nature of scientist mobility allows the identification of key factors for consideration in policy articulation. Some of these elements are: the motivations and perspectives of the scientists –their research careers; the spaces of scientific interaction– such as research groups and projects and their principal researchers; the evolution processes of scientific networks –for example, the disappearance, maintenance, creation and the integration of their ties or the particularities of the scientific disciplines– their epistemic cultures. Delving into the social and complex nature of mobility and its implications therefore seems relevant to a better understanding of the processes and effects of the mobility and to articulate future policies for greater efficiency in its management. This issue is of particular interest to Spain, where there is some evidence that a brain drain is occurring.

1. INTRODUCTION

According to what has been suggested by the data of the successive INNOVACEF reports (Aceituno, 2006-2013), many Spanish scientists seem to be leaving our country to pursue their scientific career abroad, and many others intend to do so in the near future. For example, in 2013, the above mentioned report finds that 82.58% of the surveyed researchers working in Spain have a high possibility of going abroad, and for 12.82%, their departure is imminent. Furthermore, 79.74% of those surveyed that work abroad have low expectations of returning to our country, these expectations being non-existent in 16.30% of cases. Furthermore, as revealed by the National Statistics Institute survey of doctors resident in Spain for the period 2000-2009 (INE, 2009), whilst 58.57% of those surveyed completed a stay abroad for academic reasons, only 17.62% came to Spain for the same reason, non-academic reasons being predominant. It would seem therefore that our science and innovation is not characterized by a great attraction of foreign scientific

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

talent. All of this suggests that the "brain drain", understood as a net loss of scientific talent leaving for abroad, is a highly probable reality in our country[1].

Faced with this problem of brain drain and the potential loss of knowledge that it entails, government intervention, through the articulation of policies on science and technology, is a key element (OECD, 2002), having changed in the last decades from "concern" to "action" on this issue (Mahroum, 2005). It should attract attention, and it is this that will be discussed in the following pages, the fact that, in designing these policies, the theoretical characterisation of scientist mobility appears as a key element. It is argued that this is mainly due to the theoretical characterisation of scientists and their mobility allowing the identification of and, in the same way, the overlooking of specific elements which such policies can affect and act upon, helping to define their scope and results. In turn, the historical development of science and its context leads to new considerations to be taken into account in the study and management of scientist mobility. It is no wonder, then, that the "development of historical reality", "theoretical characterisation of mobility" and "policy articulation in this area" usually go hand in hand.

The aim of this contribution is to succinctly demonstrate these relationships and to draw attention to the recent advances that are occurring in the characterisation of scientist mobility in specialised literature. Specifically, the growing recognition and study of mobility as a "social" and "complex" process seems to open interesting possibilities. In my opinion, this characterisation allows us to identify new elements that articulate potential policies that address the possible permanent departure of our scientists. The order of discussion is as follows: section 2 summarises the relationships between the evolution of the historical context, the characterisations and the mobility policies; section 3 delves more deeply into the characterisation of mobility as a complex and social process; and, lastly, section 4 presents the conclusions reached.

2. SCIENTIST MOBILITY: HISTORY, CHARACTERISATIONS AND POLICIES

As mentioned in the introduction, the historical development of the reality, the theoretical characterisations of scientists and their mobility, as well as the policies

[1] Even though there is no comprehensive record of these movements that evidences this fact, data from the aforementioned surveys and perceptions emerging within the Spanish scientific field expressed in the press seem to indicate it.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

proposed and implemented for managing it, are processes that are to a large extent interrelated. For instance, after the Second World War, the mass emigration of scientists, first from Europe to the United States (in the 1950s and 1960s) and later from Asian and Latin American developing countries to the United States and Europe (in the 1970s and 1980s) were primarily explained as the scientists' response to market stimuli - salary differentials between countries - which led to a process of accumulation and decumulation of knowledge in the country of destination and of origin, respectively. Mobility was thus essentially characterised as an automatic and unidirectional flow of knowledge, incorporated in the mobile scientist, from one country to another and generating a "zero sum game" in which what one country lost, another country gained. In line with these considerations, two main policies were proposed, some defending government intervention for restrictive regulation concerning the international movement of human capital (for example, Bhagwati and Dellalfar, 1973, or Bhagwati, 1979, with those called "compensation policies", or Kee Wong, 1999: 725; Pieretti and Zou, 2009), and others more inclined to *laissez-faire* or the free exchange of brains (eg Grubbel and Scott, 1966; Mountford, 1997; Stark *et al*., 1998; Beine *et al*., 2001)[1].

With the development of economic globalisation and the technological revolution in the 1980s and1990s and the economies' growing interest in knowledge and innovation, a fierce competition began among countries to attract highly qualified personnel to their borders (Salt, 1997). Not only did the migration of qualified workers substantially increase during this period, but the rate of temporary mobility also increased and expatriates returned to their countries of origin. All of this promoted, and was promoted by, the implementation of institutional mechanisms that facilitated the mobility of highly qualified personnel, for example, in the United States, through the granting of visas and temporary residence permits (Luchilo, 2006: 244). As far as the theoretical characterisation is concerned, this new context of mobility "in all directions" (Mahroum, 2000a: 168) is focused like a "circulation of brains" that generates flows of knowledge in both directions through the return of scientists to their countries of origin and from their networks of social and technological links established in the host country –namely, scientific diaspora– (Meyer and Charum, 1995; Meyer, 2001; Saxenian, 1999 and 2005). This underlines the "social" nature of scientist mobility in the sense of it not developing in isolation –according to a scientist specific maximising calculation– but instead within a framework of interpersonal relationships. The policies that are implemented along these lines can be summarised in two options (Meyer, 2003): the "return option" –with which governments seek the return of their scientific emigrants– and the "diaspora option"– which seeks to

[1] It is the common debate between the "nationalist argument" and the "internationalist" or "cosmopolitan" argument.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

connect the expatriate researchers with their country of origin to exploit their skills and knowledge. In Spain we find examples of both these options. To mention a couple, the Ramón and Cajal Program can be highlighted as an example of the "return option" and the efforts of the Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT) to connect with the communities of Spanish scientists abroad, is an example of the "diaspora option"–[1].

Lastly, and particularly since the 2000s, new work has developed within specialist literature, such as Van de Sande et al. (2005), undertaken to evaluate specific scientific-mobility programs, that shed new light on the scientist mobility phenomenon. Specifically, empirical evidence is found which shows the mobile researchers as "creators of global spaces" (Mahroum, 2000a) and "network builders" (Woolley and Turpin, 2009: 145), and their mobility as processes that emerge from the co-evolution of their scientific networks of collaboration and which, in turn, provoke successive reconfigurations in these networks (for example, Melin, 2004; Jöns, 2007, 2009 and Andújar, 2012). In this way we begin to recognise and to analyse not only the social character of scientist mobility, but also its "complex" nature, understanding this in the sense of being susceptible to evolving and giving rise to realities that are essentially new and associated with specific environments and contexts. Such a view of mobility has interesting implications which we discuss under the next paragraph.

3. MOBILITY AS A COMPLEX AND SOCIAL PROCESS: IMPLICATIONS

The current characterisation of mobility as a social and complex process is richer and goes far beyond the mere consideration of cumulative and mechanical unidirectional flows of inputs and outputs of scientists. So for example, when thinking of mobility or emigration of scientists as an automatic response to market signals –salary differentials– one begins to consider a wide variety of reasons and motivations that underlie the decision to move –not only salary motives but also, for example, reasons relating to family and personal matters, academic reasons, prospects for stability and scientific career reasons, and even geographical or cultural proximity reasons–. The above mentioned INE survey (2009), conducted on

[1] For more information regarding these programs see:

http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=192b435b75003410VgnVCM1000001d04140aRCRD y http://www.fecyt.es/fecyt/detalle.do?accion=&elegidaSiguiente=&elegidaNivel3=;SalaPrensa;NotasPrensa;Copiar%20desde%20notas32de32prensa3250484951&elegidaNivel2=;SalaPrensa;NotasPrensa&elegidaNivel1=;SalaPrensa&tc=notas_prensa&id=2014_03_10_NDP_ECUSA, respectively.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

research doctors in Spain, forms part of a project sponsored by the European Commission –MORE (Mobility Patterns and Career Paths of EU Researchers)–[1] that is aimed precisely at understanding these motivations as an important issue for the implementation of mobility policies and the design of attractive scientific careers that will attract and retain talent in the European Union (MORE, 2010).

The consideration of the "context" is another important implication of the characterisation of mobility as a complex and social process. The mobility and emigration of scientists does not occur "in a vacuum" (Meyer, 2001) but is frequently associated with specific "spaces of knowledge production" (Jöns, 2007) or a set of scientific networks, institutions and practices involved in the production of knowledge that form what is known as "geographies of science". For example, the destination of the mobility of the scientists is, in many cases, conditioned by the advice or recommendation of other scientists in his or her network (Van de Sande et al., 2005), which in many cases continues growing with new collaboration ties established in the host location (Woolley *et al.* 2008), maintained over time (Jonkers and Tijssen, 2008) and even integrating with other colleagues from the place of origin as joint co-authors (Andújar, 2012), in an organic process that opens the way to new configurations in scientific networking (Melin, 2004). Such networks frequently materialize in research teams working in research projects led by a principal investigator. The configuration of these teams and the relationships with their leaders can therefore be relevant in explaining mobility and its effects (Andújar, 2012).

The scientist mobility is also related to the prestige of the host institutions (Fernández-Zubieta, 2009). Specifically, high prestige centres of excellence attract elite scientists, generating a "Matthew effect" process, in which both institution and scientist are strengthened in recognition, abilities and resources (Mahroum, 2000b). The "epistemic cultures" (Knorr-Cetina, 1999), or set of knowledge bases and everyday practices common to a particular scientific domain, likewise condition the flows of scientific mobility. According to Jöns (2007), these practices can involve different "cultures of mobility and collaboration," depending on the specific combinations of materiality and standardisation that each type of scientific work entails - experimental, theoretical, empirical and argumentative-interpretative[2]. In fact, several studies demonstrate different patterns of

[1] MORE Project: http://www.researchersmobility.eu/www/index.php

[2] Specifically, the degree of materiality of the scientific practice (i.e. the particular scientific objects used) influences the type of international mobility of researchers, so that a greater degree of materiality, closer links to a specific place and a greater degree of immateriality, the greater the ubiquity. On the other hand, the greater the degree of standardisation of scientific practice (criteria, formulas, equipment, methods, etc.). the more conducive it is to greater international collaboration, and vice versa Jöns (2007).

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

mobility according to the scientific discipline, for example, in terms of destinations, durations or rates of return (for example, Cañibano *et al.*, 2008 and Andújar, 2012). Motivations, perceptions and networks, institutions and scientific practices –the spaces of knowledge production– are critical in understanding the processes of mobility and emigration of researchers and to be able to apply opportune policies for its efficient management.

4. SUMMARY AND CONCLUSION

The theoretical characterisation of scientists and their mobility has been evolving over time, together with the historical development of the social and political reality in terms of mobility and human resources in science and technology. In a very simplified manner, it could be said that scientific mobility has passed from being considered as a mechanical and unidirectional flow of inputs and outputs of scientists, to being thought of as a process associated with specific motivations and environments of knowledge production –networks, institutions and scientific practices– susceptible to evolution and reconfiguration. This recognition of the complex and social nature of mobility allows the identification of explanatory factors of mobility and emigration of scientists that the above approach overlooked. Some of these elements are: the motivations and perspectives of the scientists –their research careers; the spaces of scientific interaction– such as research groups and projects and their principal researchers; the evolution processes of scientific networks –the disappearance, maintenance, creation and the integration of their ties or the particularities of the scientific disciplines– their epistemic cultures. All of these are factors which mobility policies would have to consider to improve their effect and results, particularly in Spain, where there is some evidence that a brain drain is occurring. Delving into the social and complex nature of mobility and its implications therefore seems relevant to a better understanding of the processes and effects of the mobility and to articulate future policies for greater efficiency in its management.

BIBLIOGRAPHY

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: "Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2013, nums. 365-366, p. 1-68.

— "Séptimo informe INNOVACEF: una propuesta desde la JAE para mejorar la atracción y retención del conocimiento científico", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2012, nums. 353-354, p. 205-264.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

— "Tercer informe INNOVACEF: la respuesta de los científicos españoles en el extranjero y aportaciones desde la Federación de Jóvenes Investigadores", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2008, nums. 305-306, p. 171-232.

— "Segundo informe INNOVACEF: aportaciones para el regreso de los investigadores españoles en el extranjero", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, November 2007, num. 296, p. 145-194.

— "Primer informe INNOVACEF: aportaciones para mejorar el futuro de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, December 2006, num. 285, p. 147-192.

ACEITUNO-ACEITUNO, P.; CAMPANARIO-HERNÁNDEZ M. L. and BURGOS-GARCÍA C.: "Sexto informe INNOVACEF: buenas prácticas en el Programa Torres Quevedo", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, October 2011, num. 343, p. 224-280.

— "Quinto informe INNOVACEF: evolución y futuro de las oficinas universitarias de transferencia de los resultados de la investigación", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, October 2010, num. 331 p. 201-256.

— "Cuarto informe INNOVACEF: inserción laboral de investigadores en empresas", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2009, nums. 317-318, p. 217-272.

ANDÚJAR, I.: "La movilidad internacional de los investigadores y las redes científicas de colaboración: dos dinámicas entrelazadas. Un estudio desde la Economía del Conocimiento", tesis doctoral, Madrid, January 2012.

BEINE, M.; DOCQUIER, F. and H. RAPOPORT: "Brain drain and economic growth: theory and evidence", *Journal of Development Economics*, 64, 2001, p. 275-289.

BHAGWATI, J. N.: "International migration of the highly skilled: economics, ethics and taxes", *Third World Quarterly*, 1 (3), 1979, p. 17-30 .

BHAGWATI, J. and W. DELLALFAR: "The brain drain and income taxation", *World Development*, 1 (1), 1973, p. 94-101.

CAÑIBANO, C.; OTAMENDI, F. J. and ANDÚJAR, I.: "Measuring and assesing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal programme in Spain", *Research Evaluation*, 17 (1), 2008 p. 17-32.

FERNÁNDEZ-ZUBIETA, A. F.: "Recognition and weak ties: Is there a positive effect of postdoctoral position on academic performance and career development?", *Research Evaluation*, 18 (2), 2009 p. 105-116.

GRUBBEL, H. B. and SCOTT A. D.: "The international flow of human capital", *American Economic Association*, 56 (1/2), 1966, p. 268-274.

INE: "Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología. Metodología" (http://www.ine.es/metodologia/t14/t1430225_09.pdf), 2009.

JONKERS, K. and TIJSSEN, R.: "Chinese researchers returning home: impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity", *Scientometrics*, 77 (2), 2008, p. 309-333.

JÖNS, H.: "'Brain circulation' and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954-2000", *Global Networks*, 9 (3), 2009, p. 315-338.

— "Transnational mobility and the spaces of knowledge production: a comparison of global patterns, motivations and collaborations in different academic fields", *Social Geography*, 2, 2007, p. 97-114.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

KNORR-CETINA, K.: *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*, Harvard University Press, 1999.

LUCHILO, L.: "Redes migratorias de personal calificado y fuga de cerebros", en M. Albornoz y C. Alfaraz (eds.), *Redes de conocimiento. Construcción, dinámica y gestión*, Buenos Aires: RICYT, 2006, p. 235-256.

MAHROUM, S.: "The international policies of brain gain: a review", *Technology Analysis & Strategic Management*, 17 (2), 2005, p. 219-230.

— "Highly skilled globetrotters: the international migration of human capital", *Journal of R&D Management*, 30 (1), 2000a, p. 23-32.

— "Scientists and global spaces", *Technology in Society XX*, Fall, 2000b.

MELIN, G.: "Postdoc abroad: inherited scientific contacts or establishment of new networks?", *Research Evaluation*, 13 (2), 2004, p. 95-102.

MEYER, J. B.: "Policy implications of the brain drain's changing face", 2003. Disponible en: http://www.scidev.net/en/science-and-innovation-policy/brain-drain/policy-briefs/policy-implications-of-the-brain-drain-s-changing-.html.

— "Network approach versus brain drain: lessons from the diaspora", *International Migration Quarterly Review*, 39 (5), December 2001, Special Issue, p. 91-110.

MEYER, J. B. and CHARUM, J. : "La fuite des cerveaux est-elle épuisée"?, *Cahiers des Sciences Humaines*, 31 (4), 1995.

MOUNTFORD, A.: "Can a brain drain be good for growth in the source economy"?, *Journal of Development Economics*, 53, 1997, p. 287-303.

MORE: "Study on mobility patterns and career paths of EU researchers", Technical Report 2-Part I: Mobility Survey of the Higher Education Sector, 2010 (http://ec.europa.eu/euraxess/pdf/research_policies/MORE_HEI_report_final_version.pdf).

OCDE: "The brain drain: old myths new realities", *The OECD Observer*, May 2002.

PIERETTI, P. and ZOU, B.: "Brain drain and factor complementarity", *Economic Modelling*, 26, 2009, p. 404-413 .

SALT, J.: "International movement of the highly skilled", *OECD Occasional Paper*, num. 3, París: OECD, International Migration Unit, 1997.

SAXENIAN, A. L.: "From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China", *Studies in Comparative International Development*, 40 (2), 2005, p. 35-61.

— "Silicon Valley's new immigrant entrepreneurs", San Francisco, Public Policy Institute of California, 1999.

STARK, O.; HELMENSTEIN, C. and PRSKAWETZ, A.: "Human capital depletion, human capital formation and migration: a blessing or a "curse"?", *Economic Letters*, 60, 1998, p. 363-367.

VAN DE SANDE, D.; ACKERS, H. L. and GILL, B.: "Impact assessment of the Marie Curie fellowships under the 4th and 5th Framework Programmes of Research and Technological Development of the EU (1994-2002)", 2005.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

WONG, K. Y. and KEE, Y. C.: "Education, economic growth and brain drain", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 23, 1999, p. 699-726.

WOOLLEY, R. and T. TURPIN: "CV analysis as a complementary methodological approach: investigating the mobility of Australian scientists", *Research Evaluation*, 18 (2), 2009, p. 143-152.

WOOLLEY, R.; TURPIN, T. J.; MARCEAU and HILL, S.: "Mobility Matters: Research Training and network building in Science", *Comparative Technology Transfer and Society*, 6 (3), 2008, p. 159-184.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

3 IS RESEARCH POSSIBLE IN SPAIN?

Pilar Navas-Parejo García
Rosa María Huertas Penela
Javier Contreras Becerra
José Manuel Muñoz Félix
Miguel Ángel Fernández Rodríguez
Noelia Fernández Castillo

1. Situation of the research career in Spain in the last 10 years
2. Situation of the research career in Spain at the moment
3. Advantages of research work outside Spain
4. Different realities

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. SITUATION OF THE RESEARCH CAREER IN SPAIN IN THE LAST 10 YEARS

Suppose it were possible to travel back in time. That a person with a vocation for research, from the year 2014, went back to 14 years earlier. If that person wanted to begin a research career, they would find a similar horizon but with different nuances. At the height of the year 2000, a person who intended to embark on the adventure of research would have had to get a predoctoral grant, making it a precarious employment situation (with no rights to Social Security contributions or to maternity/paternity or unemployment benefits, for example). Furthermore, the social status of the intern was low, in the context of the existence of grants and placements that did not promote stable recruitment. To this complex scenario is added an invisibility as a collective in university policies (as in the Bricall report) and the instability associated with periods without income.

The researchers in the beginning or predoctoral phase and at the stage of improvement, aware that they could not limit themselves to their work (given the influence of the legal framework and working conditions), began to organize themselves. First into informal structures (platforms, collectives), then later into associations, some of which were founded in the same year (2000) the Federation of Young Researchers/Precarious (FJI/Precarios).

The mobilisations of FJI/Precarios and its local associations brought about the approval of the Intern Statute in 2003. This legislation established a 2+2 model in the pre-doctorate grants (two years of scholarship, two of contract). Given its shortcomings (the non-mandatory nature of its application), it sparked a response from the FJI/Precarios. After the Spanish Socialist Workers Party came to power and fresh negotiations, the Statute of Research Staff in Training (EPIF) was approved. This set a 2+2 model for state competitions. Despite these improvements, the EPIF did not solve the fundamental problems and was therefore considered by the FJI/Precarios to be insufficient. The problem was that it did not meet the conditions agreed between the Secretary of State for Universities and Research and the FJI/Precarious, conditions which guaranteed inclusion in the said legislation along with social protection, at least partial, to all researchers without exception. In parallel, other federated associations achieved investments and support for pre-doctorate grant programs from several regional governments with better conditions (1+3 in the case of Andalusia or even 0+4).

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Furthermore, funding of R&D&I experienced a remarkable growth, with several programs and a development that allowed us to think about making up for the lost time from decades ago. But the outbreak of the recession and the adoption of cuts by the central government after 2009 prompted the loss of human resources (researchers working full time), the existence of large facilities underutilized due to staff shortages and an increase in the phenomenon known as "brain drain". In this adverse environment, a new Science Law (LCTI) was adopted in 2011. The new law represented a breakthrough in so far as it included one of the demands that FJI/Precarios had been fighting for for some time: disappearance of research grants and their replacement by contracts. In its second additional provision it states that "within two years from the entry into force of this law, the Government will prepare a statute for research trainees, that will be submitted for its prior report to the Council for Science, Technology and Innovation Policy. This statute will replace the existing Research Trainee Statute and shall include the requirements contained in the present law for pre-doctorate contracts". But a draft of the new EPIF has still not been published, nor has the State Research Agency (referred to in the LCTI) been created.

Furthermore, the new Popular Party government, formed after the 2011 general elections, has not only failed to freeze the cuts, but in fact has deepened them (decreases in the number of research posts in Public Research Organisations, the number of grants for pre-doctoral research visits, the number of pre-doctorate grants, suppression of post-doctoral competition placements abroad and Juan de la Cierva of the Ministry and the co-financing requirement of the new post-doctorates by the centres). The same for the autonomous communities managed by other parties.

It becomes clear why we said at the beginning that the horizons of a researcher in 2014 were similar, with different nuances: the career of a researcher remains poorly planned, with the existence of human resources that perform their work as an ISRR (Researcher Without Regulated Compensation) either because they are waiting for the outcome of the next grant or contract for which they have applied, or because they need to complete their thesis or enhance their CV, funding pending.

It is true that there has been progress with respect to the pre-doctoral phase (now only contracts may be tendered, with all employment rights recognised throughout the years they are in force, the Employment Inspector tracks grants given for completion of thesis in as much as they conceal jobs). However, there is still no solution for the thousands of researchers who complete their doctorate and must opt to either go abroad or retrain for another profession, in the absence of opportunities for continuing their careers. The autonomous communities that maintain a programme of post-doctoral grants are few. For example, Galicia and Andalusia. In the latter case, via a fifth year after the doctorate disappeared in the current 2014 competition.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

At the same time, the investment of the previous years will not have a positive impact on Spain given the fluctuations in the different R&D&I budgets (increased credit entries, which do not have to be spent, and reduced subsidies, which must be executed, from which the salaries of researchers are funded). For all practical purposes, it has meant that the Higher Council of Scientific Research (CSIC) was in danger in 2012 and 2013; in addition to the regional government payment defaults to universities.

2. SITUATION OF THE RESEARCH CAREER IN SPAIN AT THE MOMENT

As we have noted above, progress has been made in improving the employment conditions of the pre-doctoral researchers (contracts regulated by the Science Law). Nevertheless, a "bottleneck" phenomenon still occurs in the post-doctoral phase. Such that not everyone who begins a Doctorate and successfully completes it can find the necessary funding with which to continue their research career. The austerity policies (among others, the 10% replacement rate in Public Administrations), however, did not help at all to clarify the situation in favour of researchers.

There are cases of companies with a strong international presence (Henkel) promoting the completion of a post-doc in Spain, which allows the researcher to operate freely, within the context of producing scientific articles, with conditions, however, regarding patents. Thus, in addition to creating an environment so that the research aims are useful to society, it provides the opportunity to include vast experience for a CV which is very valuable for future selection processes, both in the business environment and the academic one. Such transfers can be seen today in the first research organisation in Spain, the CSIC, which has introduced networking programs as part of its policy in certain centres. In these networking programs, companies and scientists meet to elaborate on the ideas raised by citizens and to propose R&D&I collaboration projects that respond to consumer needs.

Similarly, it is also true that several external institutions are active in encouraging and supporting the researcher. Thus, David Alcantara, researcher and president of the Society for the Advancement of Science, has announced that the European Parliament and the European Council at the end of 2013, have given the green light for the Horizon 2020 programme (H2020, the European funding programme for supporting research and innovation in Europe, from 2014 to 2020). The budget that it manages is much greater than the Framework programme, which is very good news for all researchers starting their career, as David himself has commented. The aid will be given for training and with the ultimate goal of employing more than 65,000 researchers, both for organisations as well as for individual researchs.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

In any case, funding for the Spanish researcher seems to come via European and foreign investment. The concern, then, is that there will not be any incentive from the state, which itself is reducing the investment in its own country, destabilizing the framework needed for the researcher to begin his or her professional activity.

3. ADVANTAGES OF RESEARCH WORK OUTSIDE SPAIN

Below we consider the advantages offered by carrying out research outside of Spain. In doing this, we are going to consider three perspectives:

- **Advantages of the actual possibilities of doing research.** The perspective that is held abroad that research carried out in Spain is among the best at an international level, and is therefore highly valued. The actual possibilities that exist for a post-doc abroad rely on many factors, depending on the target research group and the CV of the student who is applying for the job. In any case, it starts from the basis of the transfer of knowledge, and from the convenience for both parties, Spanish Science being highly valued, as was being discussed. Researchers who have been looking for a post-doc abroad have verified this. So the actual possibilities of doing research abroad are greater, unfortunately, than doing it at home.
- **Advantages regarding the quality of the research.** It is more than obvious that the quality of research after a stay or a period abroad notably enriches the work routine in the broadest sense of the word. It therefore results in an improvement in quality after the transfer of knowledge. The crucial issue is that research periods abroad are not compulsory, given that it has also been found for example that there is not much support for encouraging the post-doc of foreign researchers in Spanish laboratories in the same way that exists in reverse. In that way, the transfer and the vector of knowledge would move both ways, so that it would not be necessary for the Spanish researcher to be seen to be pushed out of their country.
- **Advantages in employment conditions.** The working conditions are improved in a remarkable way when the researcher has completed a tour abroad, being not only appreciated in the research and academic environment, but also at business level. This last environment accepts numerous professionals (especially those coming out of the kitchens of the laboratories), with those who have flirted with foreign organisations being

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

> highly regarded. Overseas research is an excellent choice, the drawback being that the contributions and benefits derived from such research are not refundable in Spain. This situation and that which follows on from it (the cutting of ties with Spain), grows exponentially with the increase in the loss of financial support on return. Such that the researcher is neither financed nor even receives a period of unemployment benefits upon their reinstatement.

In our Research Career Report, ICI, 2013 (point 3.4.3), we argue that to coordinate coherent science policy it is crucial to carry out effective monitoring of Spanish researchers residing abroad. We think that a national institution (such as the FECYT) should create a database to hold the details of the Spanish researchers working abroad. When a researcher moves to another country their registration at the embassy should be encouraged, and the embassy should notify the state institution of that registration. Furthermore, it should guarantee the recognition in Spain of the professional experience gained abroad in order to promote the return of researchers to the Spanish R&D&I system at the appropriate level, and not below it.

4. DIFFERENT REALITIES

We cannot generalise when analysing research outside of Spain, since we encounter a dual reality: researchers who have been able to continue their career abroad and those who, having done so for a while, had to return to Spain.

The Spanish researchers who have had to go abroad have begun to organise themselves so that the following associations of scientists now exist: CERFA (Germany), the CERU (United Kingdom), ACES (Sweden), CED (Denmark), ECUSA (the United States), CEP (the Pacific) and CEA (Asia).

With regard to the second casuistry, was born from the initiative of a group of researchers (CRE Project). For this project they are looking for people who are eager to work in an altruistic manner and get involved in the creation of this new society to implement good scientific practices that many have enjoyed and learned in other countries with a longer research tradition and greater social support for R&D&I. They have the advantage of their associative experience (some of them have previously belonged to societies of Spanish researchers abroad such as CERU or CERFA). Among their objectives they include:

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- To encourage the projection of the scientists who have already passed their first stage as researchers and have no institutional support or continued professional training which is offered at many leading research centres. Because of this they want to offer comprehensive training tools focused on the real needs of the researchers from their last stages as post-doctoral researchers.
- To learn to communicate our work to society to lay the foundations for a future generation of citizens who understand, appreciate and support the work of the researcher.

In fact, researchers have realised the importance of making their work known to society. Perhaps the concept of the scientist as an entity apart from the world, immersed in a creative but isolated world, has in no way helped society to realise the positive impact they have on their daily lives. Therefore, the promotion of Science Weeks and other educational activities, could open up new ways to make their contributions more tangible.

In conclusion, the proposal to build trust and an effective plan to support research in Spain would begin through a behaviour and plan agreed between the bodies and Management Units, State Administrations, private sources and research centres themselves. As of today, a utopia for which the FJI/Precarios continues to struggle and unite efforts. For the moment, a step forward in the need for investment in R&D&I to not be subject to political whims was achieved by the parliamentary agreement signed in December 2013, signed by all the groups except for the People's Party (Partido Popular). Notwithstanding, the FJI/Precarios and its local associations will not relent in their efforts to remind the various Public Administrations of their obligations to fund research in a stable manner from public funds and not leave everything to the private sector.

BIBLIOGRAPHY

ÁLVAREZ PÉREZ, X. A: "La Precariedad en la investigación española", *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, vol. 8 (1), 2009, p. 123-136. Available at: http://www.acme-journal.org/vol8/P%C3%A9rez09.pdf.

FJI/PRECARIOS: "Año nuevo, misma tomadura de pelo", January 21, 2014. Available at: http://www.precarios.org/article319.

— "Firma del Acuerdo parlamentario por I+D+i. Un compromiso histórico por el futuro", December 19, 2013. Available at: http://www.precarios.org/article318.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

— "Otra oportunidad perdida/Another wasted opportunity. El presupuesto para I+D para 2014 se mantendrá bajo mínimos/Spanish R+D budget for 2014 to be kept at minimum levels", September 30, 2013. Disponible en: http://www.precarios.org/article308.

— *Informe de Carrera Investigadora (ICI)*, 2013. Available at: http://www.precarios.org/Informe+Carrera+Investigadora+2013

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

4

A SCIENTIFIC EXPERIENCE ABROAD. RESEARCH IN THE UNITED STATES

José Joaquín Escudero Garzás

1. Introduction
2. Motivation
3. The United States system of research funding
    3.1. Public financing: government agencies
    3.2. Private funding: benefactors and companies
    3.3. Other relevant characteristics of the United States research system
4. Development of the stay as a research associate at the University of Virginia
5. And after the stay at the University of Virginia?
    5.1. Researcher in European research centres
    5.2. Assistant Professor in the United States
    5.3. Researcher in U.S. company or government centres
    5.4. Assistant Professor in Spain
6. Conclusion

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. INTRODUCTION

There can be no doubt that the progress and welfare of society are directly related to new discoveries and scientific breakthroughs in fields as diverse as medicine and new technologies. And this progress is achieved thanks to work done in research, in the development of new solutions, technologies, methods and products, and in innovation, which is commonly known as the R&D&I system. Of these three pillars, research corresponds to the performance of an original and planned search, with the objective of discovering new knowledge and greater understanding in a given area of knowledge. Also, research constitutes the foundation on which development and innovation are based, whose aim is the application of research results to obtain new products, materials, processes or systems, or a substantial improvement of the existing ones.

Traditionally, Spain has predominantly been an exporter of researchers, as reflected in the data of perspectives of young researchers working in Spain with regard to their departure abroad in the INNOVACEF eighth report (Aceituno, 2013). This is indicative of two factors:

- Firstly, that the research infrastructure is inadequate.
- Secondly, that the quality of researchers and their training is good enough for them to be able to carry out their work in other countries.

This phenomenon, known as "brain drain", in my personal judgement does not benefit the country given that the researchers, already trained, are exploited by other countries without any benefit for the trainer country of origin. Despite certain recent efforts to get researchers to return to Spain, such as the Ramón and Cajal programme and others dependent on the European Commission such as the Marie Curie Career Integration Grants (CIG), it does not seem enough of a return given the numerous Spanish researchers in centres all over the world, especially taking into account the policies of cuts applied to research by the last two governments in Spain and that the Ramón and Cajal programme has proved to be a half-baked fiasco.

The intention of this paper is to illustrate my experience as a researcher in the leading world power in research, the United States. It is true that by size and volume a priori the two countries are not comparable, however, the fact remains that much smaller countries like Sweden, Switzerland and the Netherlands, to cite some examples, are far

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

ahead of Spain in terms of research culture and infrastructure. It must also be noted that everything presented here is focused on research in the area of Electrical Engineering[1] and telecommunications so that some conclusions might not be extended to others.

2. MOTIVATION

After completing a post-doctoral stay at the Autonomous University of Barcelona in September 2012, I had to face the decision as to what would be the next step in my career as a researcher. There were many possibilities: opt for a teaching position in a Spanish university or extend my post-doctoral experience with a research stay, in either Spain or abroad. At that time, the reduction in public spending was at its "peak", so the number of places offered in Spanish universities was indeed exiguous, which made me decide to expand my post-doctoral experience for another year. Having made this decision, I had the good fortune of being able to choose between four different offers, two at public universities in Barcelona , another at the Hamilton Institute of the National University of Ireland at Maynooth, and a final one at the University of Virginia, in the United States.

I always had clear in my mind that an experience abroad would be much more beneficial than staying in Spain: different ways of doing things and setting things out, improving my English, all in prestigious research centres, were some of the reasons for taking the plunge in another country, there were also the additional matters of participating in exciting research projects. So I took the final decision considering the options of Ireland and Virginia. Accordingly, the Hamilton Institute offer provided for a period of two years, the University of Virginia one year, and in both cases the project managers were well-regarded researchers, recognised in their respective areas, but other factors made me lean towards moving to the United States to work as a research associate for one year (12/2012-11/2013). Firstly, without diminishing the offer from the Hamilton Institute, the research project was more attractive and more in line with my professional development expectations. Secondly, it provided an opportunity to study in depth the area of optimisation with application for communications systems, which was extremely interesting for me with regard to future lines of research. Lastly, the experience of living and researching in the United States is always an added value to other factors, it is not for nothing that the U.S. research system is above the rest, as indicated in the QS report (QS World University Rankings, 2014).

[1] It may be difficult to find some specific terms in their original context in English, so I added the original term for those readers who may be interested in more detail.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3. THE UNITED STATES SYSTEM OF RESEARCH FUNDING

One of the biggest differences that exist between the U.S. and the Spanish research systems is that of obtaining research funding. This difference is not only quantitative, but also in the United States research is supported by both public funding and funds from private enterprise.

3.1. PUBLIC FINANCING: GOVERNMENT AGENCIES

The research system in the United States is nourished largely from public aid funding which comes, to a great extent, from government agencies. These grants are usually quite competitive, such as funding from the Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) and the National Science Foundation (NSF), which encourages high quality proposals. DARPA is a programme that was created by Eisenhower in 1958 with the aim of shaping and executing research and development projects to expand the frontiers of science and knowledge and, although at first its focus was military, since the 1970s it has included all types of research projects with civilian applications. Its budget for 2014 is almost 3,000 million dollars. The NSF, a government agency created in 1950, supports fundamental research and education in the areas of science and engineering, excluding medical research (for which there is another specific agency, the National Institutes of Health, NIH), and for 2014 has a budget of approximately 7,600 million dollars[1]. It is therefore clear that the continued existence over a long period of time of a funding infrastructure, contributes very positively to the U.S. research system.

A prominent feature of the aforementioned agencies and others is that they often have grants available throughout the year, without a fixed timetable, for projects that do not require a high level of financing (in the order of hundreds of thousands of dollars). In addition, it is also common for there to be prior contact between the institution applying for funding and the funding agency in order to discuss specific aspects of the proposal so that the funding agency can provide feedback on key areas or points that it is interested in funding.

[1] Note that, in the case of Spain, the State Plan for Scientific and Technological Research and Innovation 2013-2016, in its latest convocation covering the year 2013, has an estimated budget of 1,290 million Euro, including grants and loans.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3.2. PRIVATE FUNDING: BENEFACTORS AND COMPANIES

With regard to universities, including public ones such as the University of Virginia, they receive funds and donations from individuals and former students (alumni) that equip the university infrastructure for both teaching and research. Typically there are rooms, laboratories, and even buildings, which are named after the person who donated the funds for the construction of such infrastructure. It is true that these donations represent a significant tax deduction, but ultimately they are funds that are allocated to both research and the improvement.

With regard to businesses, there is a fairly intense relationship between these and the research centres, be they universities or not, and it is very common for companies to collaborate with universities through research contracts. For example, in the case of the Department of Systems and Information Engineering (DSYS) at the University of Virginia, where I conducted my work as a researcher, there is a relationship, among others, with NASA and with the Commonwealth Computer Research, Inc. It is also very common for renowned professionals to become part of the university teaching staff (faculty). In the case of the DSYS, professor Dr. Barry Horowitz provides a good example of the benefit that this circumstance can bring: professor Horowitz is the head of the department and has developed his career outside the university, having been president of MITRE Corporation, a referral corporation in advising the United States Government on engineering and technical aspects in general. In this way it is possible to incorporate aspects of a business point of view in the management and governing bodies of the university.

Furthermore, unlike the case in Spain, many companies believe that the basis of technological development is research, and so they have really strong research, R&D or R&D&I departments. This is the case for giants like Qualcomm, Amazon, Google and Microsoft, but also much smaller companies that are committed to making considerable investments in research in order to obtain a stronger competitive position.

3.3. OTHER RELEVANT CHARACTERISTICS OF THE UNITED STATES RESEARCH SYSTEM

In general, both the pre-doctoral graduate students and the post-doctoral researchers form communities that do not easily relate to either the undergraduate students or the faculty staff. In the United States there are associations of graduate students and post-doctoral researchers whose aim is to facilitate their integration into the new working environment, with the peculiarity that in the United States a high percentage of doctorate students

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

and post-doctoral researchers are foreigners. In fact there is even a national association of post-doctoral researchers, the National Postdoctoral Association. Furthermore, the universities themselves, usually through their HR departments provide specific services to both groups, such as training, career guidance and financial benefits.

For a researcher, it is important to have an appropriate infrastructure that allows access to the resources that are needed. In my case, it is essential to have access to the most extensive bibliographical resources possible, including books and manuals and electronic databases. Furthermore, my research areas deal primarily with communications systems, and their performance cannot be tested on real systems very well because it is not possible to build such a system due to technological limitations, or to its high cost. There is therefore a widespread practice in the field of communications to perform simulations of the proposed system by implementing it using code (software) in languages such as C or Matlab. The problem is that these simulations usually require a computing capability that is not available from conventional PCs, it is therefore necessary to use High Capacity computer systems (clusters) to carry out the simulation. This infrastructure was available at the University of Virginia for all researchers of the university, which significantly facilitated the obtaining of results. Furthermore, the university itself, bearing in mind the high percentage of foreign researchers, provides free services and courses to improve in the English language, including an articles review service for the papers the researcher wishes to submit for possible publication in scientific journals or acceptance at conferences.

4. DEVELOPMENT OF THE STAY AS A RESEARCH ASSOCIATE AT THE UNIVERSITY OF VIRGINIA

The objective to be covered in the year of working in the DSYS of the University of Virginia was to improve my expertise in optimisation in order to apply this knowledge to solving complex mathematical problems which shape communication systems. This objective was largely met thanks to my collaboration with Professor Dr. Alfredo Garcia, and has resulted in a paper being accepted in the *IEEE Transactions on Communications* journal (first quartile of the *Journal Citation Report* index Telecommunications area) and another article that will be sent for review soon.

Besides the knowledge acquired, I have also had the opportunity to collaborate in the preparation of three proposals for different agencies under the Department of Defense, one focused on the efficient use of radio-electric spectrum and the other two

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

on a wireless warning system for hospital environments. One of the reasons for my joining the DSYS was my knowledge of wireless communications; the DSYS had become interested in this and required researchers with experience in that area, so that my participation in the preparation of proposals focused on preparing that part corresponding to wireless communications. This collaboration I believe to be especially valuable because it has allowed me to make contact with other teachers in this and other departments and research centres, make contact with the public financing system of the United States, and expand my knowledge in different areas such as the communication services required in hospitals.

Since DSYS is a department who specialises in systems engineering, my contact and discussion with department colleagues has sparked my interest in areas different to my original field, such as sensor networks for patients or the configuration of test bed based on cognitive radios to test radio-electric spectrum management algorithms. This, together with the fact that my collaboration with professor Alfredo García was mutually satisfactory, led me to think about the possibility of extending my stay at the University of Virginia for another year. Unfortunately, in the United States this was difficult for a number of reasons:

- At that time government budgets had suffered considerable cuts, making it difficult to obtain funding at short notice;
- Currently, for security reasons, a high percentage of the projects that get government funding demand that the persons linked to them have security clearance, a status that allows access to classified information and which is only granted to U.S. citizens with a prior check of criminal and financial records.

5. AND AFTER THE STAY AT THE UNIVERSITY OF VIRGINIA?

Following the year at the University of Virginia I had to ask myself what my next step would be. While my ultimate goal is be able to develop my teaching and research work in Spain, continuity in the lines of research that were under way with the University of Virginia was my first priority. However, although the best option from my point of view would have been to extend my stay in DSYS, this continuity was quite unlikely, so I took other options into consideration, which are outlined below. It should also be noted here that, generally, the process of searching for a new destination and the selection processes take several months, especially in the case of universities and public research centres.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

5.1. RESEARCHER IN EUROPEAN RESEARCH CENTRES

It is currently possible to work as a researcher in European centres (universities, institutes), the offers being concentrated in the field of communications, especially in the UK, Switzerland, Germany and the Nordic countries. The difference with respect to Spain is very noticeable; offers for research in Spanish centres related to the field of engineering are virtually non-existent.

5.2. ASSISTANT PROFESSOR IN THE UNITED STATES

Attractive a priori, the selection processes for assistant professor start almost a year before incorporation into the post, which is usually in August. Apart from the difficulties with the timing, the selection process includes interviews with different branches of the university (students, teachers) and, typically, CV presentations for two days, it is therefore essential to be on U.S. soil. On the other hand, one of the main commitments of an assistant professor is to obtain external funding. This involves a significant dedication to the preparation of project proposals which is incompatible with my main motivation to carry out research.

5.3. RESEARCHER IN U.S. COMPANY OR GOVERNMENT CENTRES

Research in private or government centres in the United States provides a number of possibilities. Companies such as Qualcomm, Amazon or Verizon, agencies linked to departments such as Defence, or laboratories such as Sandia National Laboratories, Los Alamos National Laboratory or Oak Ridge National Laboratory offer a wide range of possibilities to carry out quality research. However, the previously mentioned requirement for security clearance and the necessary work permits makes it very difficult to qualify for most of these positions.

5.4. ASSISTANT PROFESSOR IN SPAIN

Due to the current circumstances in our country, the availability of public employment, for both civil servants and contract staff, is very low, which negatively affects the number of places offered, especially in the university environment. Nevertheless, the position of Assistant Professor is an option that allows a certain stability (up to a maximum of 5 years) with a teaching load of 18 credits. One of its main drawbacks is the remuneration, since it is about half of what a research associate receives at the University of Virginia.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

6. CONCLUSION

For me personally, the research experience in the United States has been very satisfactory, to the extent that if it had been possible I would have extended my contract for at least one more year in order to continue the research lines already begun there and to further extend my knowledge of optimisation applied to communications. The fact that the working environment was comfortable and that there were all the necessary resources also carries a lot of weight. However, with it not being possible to extend this contract, the options to remain in the United States were very limited. My return to Spain, where I currently occupy a position as assistant professor, although a choice that one may wish for in order to settle down and have some stability, it is not up to other European offers, not in resources nor in economic terms, nor in projects, however, it does allow me to continue doing research in a reasonable manner.

There is no doubt, therefore, that initiatives to reverse the trend of brain drain to brain gain, as in the case of the IBGE project of the Distance University of Madrid (Udima), are absolutely necessary to provide Spain with a serious and solidly based research system.

BIBLIOGRAPHY

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: "Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2013, nums. 365-366, p. 1-68.

QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS: *QS World University Rankings by Subject 2014 Statistics & Operational Research*. From QS Top Universities: http://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2014/statistics-operational-research#sorting=rank+region=+country=+faculty=+stars=false+search=, 2014.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

5 MOBILITY SUPPORT FOR RESEARCHERS

Cecilia Cabello Valdés

1. Communities of Spanish scientists abroad
2. Red EURAXESS
3. Guide for the management of the mobility of the foreign researcher in Spain
4. Science diplomats network

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

This contribution provides an overview of the activities and services offered by the Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) to support the mobility of national and international researchers. It is important to emphasise that, within these services and activities, there are also those that are more specifically related to the establishment of contact and collaboration with the Spanish scientific community abroad.

1. COMMUNITIES OF SPANISH SCIENTISTS ABROAD

With the aim of maintaining a link with Spanish researchers abroad, the FECYT supports the creation of communities of Spanish researchers abroad.

These communities are aimed at encouraging relationship between the researchers who are working outside of Spain, and organise regular events and activities of various kinds ("Spanish Science Day", workshops, social gatherings, among others).

The creation, integration and maintenance of these communities requires the direct involvement of the researchers, while the FECYT acts as a catalyst increasing their visibility and supporting them in developing their activities.

With the aim of better supporting these communities, the FECYT has created, as a pilot project, a collaborator figure for scientific affairs at the Spanish embassies of those countries which are the main recipients of Spanish research talent.

2. RED EURAXESS

This is a Pan-European initiative which is divided into national networks. The aim of the network is to provide a personal attention to researchers who move to or between European Union and associated countries.

The FECYT coordinates EURAXESS Spain at a national level, which currently consists of over 90 centres located in public and private foundations, universities, public research organisations, technology centres and other agents of the Spanish system of science, technology and innovation (SECTI).

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

The EURAXESS network supports researchers, regardless of their area of specialisation, nationality and/or destination, in important administrative matters at the time of making their transfer. By providing advice on topics such as EU funding for R&D&I, processing of visas or ratification of qualifications, among others, it is intended to facilitate the process of arrival and integration of the scientist at his or her chosen destination for the development of their research career.

EURAXESS is a European Commission initiative, which has over 300 researcher support centres and 40 affiliated countries. It acts as an instrument of support for the achievement of strategic objectives of the European Research Area (ERA) such as removing barriers to mobility and the attraction and retention of research talent to Europe.

It has the following instruments in order to carry out these objectives[1]:

- EURAXESS Services. Advice regarding researcher mobility (administrative procedures and legal requirements).
- EURAXESS Jobs. Publication of job offers in R&D&I by the entity concerned, and publication of researcher CVs.
- EURAXESS Rights. Recommendations of the European Committee for the attraction of researcher talent (Code of Conduct for the recruitment of researchers, European Charter for Researchers and Scientific Visa).
- EURAXESS Links. Connection of the European research community worldwide, access to forums, databases, newsletters, mail alerts, among other activities and services.

The FECYT is the coordinating entity of the network in Spain. Since its creation in 2004, the EURAXESS España network[2] has been growing and now has more than 90 centres across the autonomous communities and located within the different agents of SECTI.

These institutions act as a point of contact with the researchers, their families and the host institutions, being aware at first hand of the administrative problems regarding mobility which affect the scientific community.

In order to achieve a better connection between the research community abroad the Directory of Researchers was created from the FECYT with the aim of facilitating the creation of links with research personnel who have moved abroad.

---

1 For more information: http://ec.europa.eu/euraxess/.

2 For more information http://www.euraxess.es.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Registration in this database provides access to the following services:

- Search and location of other Spanish researchers abroad: helps to identify other researchers who are also outside of Spain and with whom contact may be of interest for scientific reasons (collaborations in research projects or questions related to the field of knowledge, for example) or personal reasons (they are in the same place abroad, among others).
- Collaboration with the Spanish R&D&I system: It provides the opportunity to become part of the FECYT database, which collaborates with evaluation agencies, research centres and Public Administrations to search for Spanish experts abroad.
- Registration in the directory of the National Agency for Evaluation and Forecast (ANEP), or any other entity of the Spanish R&D&I system that works with the Foundation, allows contact with those researchers who, due to their speciality and language, could be helpful in the selection process.
- Publication of articles and news in the Science Information and News Service (SINC) from the FECYT: the SYNC is the first scientific information service in Spanish in the state and public area. It is a specialized and rigorous news agency that is dedicated to current scientific developments of social interest. The content produced by the SINC is published under a Creative Commons license. The objective of the SINC is to increase the presence of quality scientific information in the media, as the vehicle to bring science closer to the public. The SINC publishes researchers' scientific contributions and findings using:
  - News, reports, interviews, photographs, illustrations, info-graphics and videos.
  - Reflections and debates from an opinion section.
  - A network of interlocutors with Spanish means of communication. Those interested in being part of the researchers' agenda only have to submit their CV and a photograph.
  - The SINC always reviews the information with the researchers involved to avoid inaccuracies when explaining the details of a research project. The news may be published in any media desired, provided the source is mentioned[1].

[1] To register, the following link is provided: http://www.euraxess.es/redes/como-registrarse.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

EURAXESS TOP II is a European project of the 7th Framework Programme coordinated by the FECYT that is working to strengthen the EURAXESS initiative in the 40 countries in which it operates. The project consortium is made up of 17 coordination centres in 17 countries that are members of the initiative. Furthermore, through its activities all the international networks that make up EURAXESS can potentially participate. The specific project objectives are:

- To get more interest groups from the EURAXESS initiative to get involved in its activities. This includes an expansion of the network, but also includes other sectors that have not traditionally been clients of EURAXESS, such as the private sector.
- To improve the skills at the EURAXESS service centres throughout the national networks in order to make them even more effective. This includes training activities for members of the network, a system of study visits for the exchange of good practices or specific support to improve national portals (websites), the main calling card of EURAXESS.
- To keep EURAXESS on the political agenda, giving visibility to its activities in relevant forums, and identifying synergies and possible collaborations with other organisations in the policy areas that support the mobility of research personnel.

Apart from the products and activities developed by the project partners for the benefit of the entire initiative, almost a third of the total budget is intended for distribution among all the national networks via an internal grant programme. This funding may be used by each national network both to participate in activities or events organised by the TOP II consortium (for example, training, study visits, implementation of improvements in national portals, coordinated promotional activities), and to organise their own activities aimed at their reinforcement.

3. GUIDE FOR THE MANAGEMENT OF THE MOBILITY OF THE FOREIGN RESEARCHER IN SPAIN[1]

With the aim of contributing to the encouragement of mobility and the development of a research career in Spain, the FECYT edited, in English and Spanish, the "Guide

[1] To access the complete guide: http://www.euraxess.es/esl/servicios/guia-del-investigador-extranjero-en-espana-2014.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

for the management of mobility of the foreign researcher in Spain-2014", aimed at the SECTI agents who advise foreign scientists.

It seeks to answer the questions that a researcher may have before, during and after undertaking the journey of research in Spain.

The first chapters of the guide are dedicated to "Horizon 2020", the development of a research career in Spain, R&D protection and the recognition of foreign qualifications.

An important chapter in the guide explains the conditions of entry and residence in Spain for foreign researchers, and issues such as taxes, subsidies and health care, among others.

For the preparation of this guide and to ensure the technical accuracy of the information contained in the publication, the FECYT has received contributions from experts from different ministries involved in the mobility of researchers. Contributions have been received from the Ministry of Economics and Competition, the Ministry of Employment and Social Security, the Ministry of Education, Culture and Sports, the Ministry of Taxation and Public Administration, the Ministry of Foreign Affairs and Cooperation and the Ministry of Industry, Energy and Tourism.

4. SCIENCE DIPLOMATS NETWORK

The Diplomats Club is made up of representatives of foreign embassies in Spain in the field of science and innovation. This supports the scientific advisers from the embassies in their activities related to science and innovation in Spain, science and research policy, and also the creation of the scientist communities of researchers in their respective countries who are in Spain.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

6

DISSEMINATION AND COMMUNICATION OF SCIENCE TO THE BRAIN GAIN SERVICE. WWW.MADRIMASD.ORG, A MEETING AND DISCUSSION PLATFORM OPEN TO ALL

Teresa Barbado Salmerón
Consuelo Serrano Murias

1. Scientific communication, key to the dialogue between science, technology, innovation and society
2. www.madrimasd.org, a meeting and discussion platform open to all
3. Notiweb madri+d, a pioneering communication project
4. Blogs madri+d, social commitment through science
5. PlazaScience, the social network of science
6. madri+d in the service of the Spanish scientists abroad

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

These lines that have so graciously been given to us to write about the "brain gain" are in no way intended to be a host of well-intentioned recipes to bring about the return of our scientists working abroad; that is a very complex matter, among other things, for overcoming the economic crisis.

Our work through this is to form a bridge between these scientists and the public, by means of communication and the dissemination of their research, so that the public may know and appreciate what they are doing, so that they appreciate and support the work that is so important for progress and the well-being of societies.

Other contributions in this publication already sufficiently explain what is meant by "brain gain". It is also what is known as "intellectual recovery" which, by creating points of contact with the country of origin, aims to maintain and increase contact with the emigrated scientists and thus obtain results, in conjunction with the destination countries, as a prior step to the definitive recovery of the Spanish scientific talent.

1. SCIENTIFIC COMMUNICATION, KEY TO THE DIALOGUE BETWEEN SCIENCE, TECHNOLOGY, INNOVATION AND SOCIETY

The preamble of the Law 14/2011, 1 June, for Science, Technology and Innovation establishes that:

> "The generation of knowledge in all fields, its dissemination and application for obtaining a social or economic benefit, are essential activities for the progress of Spanish society, whose development has been key to the economic and social convergence in Spain in the international environment ... ".
>
> "... The law elaborates on the structuring of the relationships and on the dialogue between science, technology, innovation and society. In particular, it recognises the activities of dissemination and scientific and technological culture as fundamental to a research career, for improving the understanding and social perception of scientific and technological issues and sensitivity to innovation, as well as promoting greater public participation in this area".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

For its part, the regional Government has always been sensitive to this need, proof of this is that Law 5/1998 of 7 May, concerning the Promotion of Scientific Research and Technological Innovation in the Community of Madrid, which states as an objective: "Promoting scientific culture among the citizens of the Community of Madrid, stimulating the spread of science and technology".

Within the scope of the Community, the European Commission appreciates and promotes science communication, this being noticeable among the activities of Horizon 2020 with the exploitation and dissemination of results being one of the aspects to consider when evaluating a project.

The legislative framework leaves no room for doubt, the communication of science, the ongoing dialogue between scientists and society is now more necessary than ever. The citizen is aware of the importance of science, technology and innovation for development and welfare as elements for the transformation of society.

The Community of Madrid has understood this and, through its successive Regional Plans for Scientific Research and Technological Innovation, has articulated important programs of scientific culture in the belief that it is necessary to have an informed and participatory citizenship.

2. WWW.MADRIMASD.ORG, A MEETING AND DISCUSSION PLATFORM OPEN TO ALL

In 1997 the Community of Madrid created the scientific information portal www.madrimasd.org. From the outset, it was configured as a platform for work and collaboration, made up of all the institutions linked to scientific, technological and innovative production in the region: public and private universities, research centres, business associations, and other collaborating institutions, who use the web as an ideal place to present their work, search for partnerships, technological needs, highly qualified job offers, diverse activities and, of course, to get closer to society. Today, more than 45 institutions are a part of madri+d.

Later, in 2002, the Foundation for Knowledge madri+d was born, whose primary goal is to make science and technology a key element of the welfare and sustainability of the Region. Its mission is to strengthen the articulation of the Regional System of Science, Technology and Innovation through common initiatives, projects and tools in the area of research and technological innovation, supporting the Directorate General

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

for Universities and Research of the Community of Madrid in the management of their regional programmes.

From the outset, the madri+d website became the heart of the system, a collaboration tool fed daily by all the linked institutions that assumed it as their own and who are committed to a working network on the Web.

This common area ensures that information is shared and has created a pioneering virtual forum, made up of all those who believe that together we go further:

- For citizens, it is the reference site for consulting scientific information.
- For researchers, it is the place to publicise their work, to display their research profiles and services.
- For companies, it is the setting where they can find the assistance they need for their R&D&I activities.
- For entrepreneurs, it is the forum where they can find support for transforming knowledge into wealth.
- For students and teachers, it is the place where information about scientific experiments is generated and offered.
- For the media, it is a point of contact to find authoritative information as well as experts in each of the scientific topics of interest.

We must not forget that this unique and innovative venture, the concept of working in the madri+d network, emerged in the late nineties, reaping the benefits in the form of loyalty and recognition. More than 62 million hits confirmed annually.

In conclusion, the Foundation's mission is to promote communication between academia and industry with the aim of improving the competitiveness of the Region through joint creation and the application of scientific and technical knowledge. This space intended for researchers, companies and entrepreneurs, politicians, journalists and citizens is a place to pool resources and willingness in order to meet the demands of the knowledge society.

The essence of madri+d has always been to encourage every member of the Regional System of Science, Technology and Innovation to collaborate in a common project and, as it says in the Third Regional Plan for Scientific Research and Technological Innovation (III PRICIT 2000-2003): "Cooperate locally to compete globally".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3. NOTIWEB MADRI+D, A PIONEERING COMMUNICATION PROJECT

The relationship between scientific information and the media has not always been easy. It has been divided between, on the one hand, a situation of the researcher's distrust of the journalist and, on the other hand, the non-specialist media in Spain, with a few exceptions, having devoted little space and resources to quality, understandable, accurate and timely scientific information.

However, all the members of the scientific community, both the researchers themselves as well as the managers, the management of the institutions and of the academia, are aware of the need to transmit the results of their projects to the public for two fundamental reasons: first, because an important part of their research projects are financed through taxes and the second because a society with a scientific culture will always support their work and will encourage the study of scientific careers among the youth.

In response to this need, in 2001, madri+d created a digital newsletter: *Notiweb*, a pioneering communication project that filled a void in the landscape of national scientific information. Since then:

- Provides information concerning quality R&D&I.
- Analyses current issues and raises debates.
- Reports on the citizen participation activities.
- Promotes communication channels between scientists, the public and the media.
- Facilitates communication through blogs, wikis and social networks.

As we have already noted, the protagonists of www.madrimasd.org are both the public institutions linked to knowledge as well as the researchers, technologists, entrepreneurs, mentors and investors who share their experiences, successes, discoveries and projects, feeding the portal with relevant content. This recurrent collaboration has its greatest exponent in *Notiweb* madri+d, that today receives 63,000 subscribers from Monday to Friday.

Notiweb publishes daily the most important news about science, technology and innovation that has appeared in the national and European media, plus a specialised supplement under the following headings:

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- We make Science: publishes articles on research projects at universities and public research organizations.
- It's Science: offers a monograph on a current scientific topic whose principal focus is an analysis prepared for madri+d by an expert in the subject matter.
- Cultures: an invitation to discover books, exhibitions, poetry, heritage, routes and places of learning... always related to science.
- M+Visión: provides information on the M+Vision programme, a project that is the unique result of an alliance between the Massachusetts Institute of Technology and the Community of Madrid, which promotes the creation of an ecosystem of biomedical innovation in the region.
- Science and Business: provides interviews and articles on the opinion of technology-based entrepreneurs, researchers, managers, patent experts and human resources, among other agents of the system, as well as news that demonstrates the importance of public-private collaboration in research.
- Madri+d agenda: includes a selection of the most significant scientific events to be held throughout the week. At the same time, it broadcasts the TV show *Three news items in three minutes*.

More than 2,500 news items, 70 interviews, 60 opinion and analysis articles and 40 book and exhibition reviews are published each year, providing our users with timely information on science and technology being developed, not only in universities and research centres in the Community of Madrid, but any reputable institution that includes us among its trusted media.

The Foundation has a superb relationship with the media that is more sensitive to information concerning science, technology and innovation and we encourage and contribute so that this news has a greater informative and social relevance.

4. BLOGS MADRI+D, SOCIAL COMMITMENT THROUGH SCIENCE

In April 2005, the madri+d Foundation for Knowledge, in an effort to promote this necessary communication between all the members of the R&D&I system, created a blog space specialising in science, technology and innovation. Since then, blogs madri+d has evolved as a space for reflection in the Spanish language. Under the heading "Social commitment through science", these academic blogs, managed by experts, address

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

topics as diverse as microbiology, free software, management of sustainable energy, the environment, bioinformatics, food safety, mathematics or science policy, among others, becoming an effective tool for generating opinion.

Through their digital galleries, academics and researchers offer the possibility to discuss current science and technology and establish a fruitful communication with society as well as with other colleagues.

Among the various digital media, the role of blogs is undeniable in the generation and dissemination of scientific and technological knowledge as well as in spaces to share insights from the scientific community and citizens. They have erupted spectacularly, challenging traditional forms of dissemination of knowledge and ideas. Scientific institutions have proven effective in the generation of knowledge but less so in the task of transferring it to the whole of society. Blogs compensate for this historical lack in our scientific-technological system, giving way to a new relationship between scientists and the public.

Science and technology play a major role in our daily lives, topics such as energy, climate, sustainability, health, agrifood and technological advances, affect us directly and require a social consensus. Through blogs, scientists have found a way to directly interact with the public without intermediaries and to respond to their need for information and advice.

Blogs madri+d demonstrates their ability to structure a community of readers who, by using feedback, enrich the scientific debate, giving it freshness and immediacy. At the same time they have proven their ability to connect with both the scientific community and the non-specialist public.

Together with the traditional one-directional information formats, all the sections of madri+d openly offer the possibility to interact with the diverse audiences to which it is directed, sharing knowledge: there is citizen participation.

The incursion into the informative discourse of social networking has been harnessed by madri+d, whose Twitter account has over 13,000 followers.

5. PLAZASCIENCE, THE SOCIAL NETWORK OF SCIENCE

madri+d has created a new science area, PlazaScience, a social network that allows the collaborative construction of a digital world map based around photography, capturing

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

the centres where science takes place and its protagonists. It is a tool that enables the geo-location of photographs quickly and easily; instantly finds the location of a given image; forms part of a network around the institutions where researchers develop their work; meets other users with common interests and strengthens the existing relationship between heritage and science.

As a result of this platform, there a community that exchanges experiences will emerge, becoming a meeting point for researchers and citizens where photography is the link between the two.

PlazaScience is open to participation by citizens anywhere in the world through photography, defining and sharing spaces that are nearby or that they know in the different countries they have visited. PlazaSience is trying to become a visual showcase of the main scientific institutions, with their geographical position and an accurate description given by the users, which will help establish a multitude of relationships.

6. MADRI+D IN THE SERVICE OF THE SPANISH SCIENTISTS ABROAD

The madri+d portal echoes the activities of foreign researchers working in our Community, in their professional and personal experience. Notiweb madri+d regularly publishes interviews with researchers from other countries who join the research groups of the Madrid Institutes for Advanced Studies (IMDEA).

Moreover, to avoid the permanent loss of the Spanish scientific talent, madri+d is publishing news on research projects led by expatriates which significantly contribute to the intellectual enrichment of the regional and national research community as well as maintaining links with their home institutions and strengthening ties between these and the host.

Likewise, it also encourages everyone who develops their work abroad to keep abreast of what their colleagues are doing in universities and public research organizations in Spain.

This essential connection prevents the detachment from the Science, Technology and Innovation System of Spain, and in our particular case, Madrid, and the rift with fellow professionals. Mobility, the experience in other countries, without doubt enriches everyone, as long as the communication flows in both directions and the knowledge generated is shared.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Blogs, interviews, analysis and opinion articles, news, and more recently, PlazaScience are the tools the Fundación para el Conocimiento madri+d, via its website and its *Notiweb* newsletter, provides the Spanish scientific community abroad. Their research, the results they are obtaining, the origin of the institutions in which they work, the birth of their scientific vocation or the peculiarities of the R&D&I systems of the host countries are, without doubt, interesting for all users of www.madrimasd.org With these words, we invite scientists who packed their suitcase in search of new horizons to share with us their achievements.

madri+d, as a global project of scientific communication, seeks to serve the Spanish researchers abroad, maintaining a constant flow of communication that serves as a link between the country of origin and that of the destination, resulting in a fruitful relationship to enrich the international scientific landscape.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

7

TRANSFORMING BRAIN DRAIN INTO BRAIN GAIN VIA SCIENTIFIC ASSOCIATIONISM ABROAD

Lorenzo Melchor

1. Can a country afford brain drain?
2. Scientific diaspora background
3. The current scientific diaspora
    3.1. Scientists: establishing a professional and social network abroad
    3.2. Society: promoting the value of science and technology
    3.3. Politicians: influencing the improvement of scientific politics
    3.4. Countries: enabling bilateral collaboration
5. Reversing the drain process to gain

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. CAN A COUNTRY AFFORD BRAIN DRAIN?

In this globalised world where the free circulation of professionals, especially within the European Union, is revolutionising the labour market, the competition to attract talent is more present now than ever at international levels [1]. In this competition between the most developed countries, Spain is becoming a worldwide reference and a major player in the world of sports (especially in football), as a result of a growing investment and continued joint efforts since the nineties. However, it is evident that Spain still has a long way to go to be a major player in other professional branches such as science and technology. Consequently, we often hear talk of brain drain, the mass emigration of professionals and scientists who have finished university and see themselves forced to emigrate on account of lack of development opportunities in the work or areas of research, due to financial reasons or, in the past, even political issues. There have been many attempts to quantify the phenomenon of brain drain through scientific [2] and journalistic investigations (such as the Proyecto Fuga2 of the Catalonia Newspaper, *Periodico de Catalunya* [3]), but their results are often distorted one way or another by the debate between politicians, media and citizens.

It is worth highlighting how this scenario is seen through the eyes of the researchers. Science is a universal heritage that should not know any boundaries and in which international collaboration is key to develop the highest quality research. The scientist mobility is therefore necessary and enriching from a professional and personal point of view. It is not such a major concern that our scientists go to another country to practice their science. The real problem resides in three other factors:

- That many of them feel obliged to leave due to lack of work opportunities in our rigid scientific system.
- That there are those who, having returned to Spain through public programmes that attract talent, have to leave once again because our science system is incapable of retaining them; and, last but not least
- That our system lacks the professional appeal needed to attract all that foreign talent which wants to try new experiences in other countries.

Becoming that centre of interest requires many years of work, a growing budget stability and a greater implication from private investments. If we have managed to become

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

a magnet for talent in sports, could we not achieve the same status in the scientific and technological world? To give a few examples, we could attract talent from the majority of South American countries as we share the same language, from the Mediterranean area (Italy, France, North Africa) thanks to the similar climate, from our neighbour Portugal because of geographical proximity, from the Eastern European countries as they can find in Spain more opportunities than in their own country... For their part, China, Brazil and India have become aware of these problems in their own systems and through government programmes are trying to recover their talent, today spread across the world [4]. However, the economic crisis in our country has worsened these problems and Spain today is much less appealing for science and technology than in years gone by. This is the real concern.

Therefore, we can ask ourselves the following questions: Can Spain afford to lose contact with our most highly qualified professionals who have left? Should we model our country's science solely with the opinion of politicians and scientists resident in Spain? Will we ever be able to change the focus in the debate about brain drain from the departure of scientists to Spain's problems in recruiting and retaining them? [5] Do the scientists ourselves have to wait for our politicians to decide to change the laws on their own and surprise us in the process? Because of all of these questions, it is fundamental that the countries do not ignore professional mobility and build bridges of collaboration and understanding with their scientific diaspora. Only in this way can we foment scenarios of understanding between science and politics in order to, with a consequent debate of ideas, avoid the perpetuation of the Spanish science system's structural problems and therefore improve it.

Many of the Spanish scientists abroad have started to consider our responsibility in fomenting this change in the brain drain process to attracting talent, thereby changing from passive to active subjects.

2. SCIENTIFIC DIASPORA BACKGROUND

Living and working abroad offers a critical vision of the elements of the system which work or do not work, in both the country of origin and destination. Even though scientists and professionals have been moving between countries attracted by different knowledge focal points throughout history, such as the Platonic school or the Renaissance universities in antiquity or Silicon Valley or currently the large capital cities of the world like New York or London, mobility was often individual and formal groups were rarely established.

Specifically, the Spanish scientific diaspora gathered for different purposes during the 19th and first half of the 20th century. We are referring to, for example, the editorial

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

associationism of the liberal Spaniards in London which took place from 1823 to 1834, of the political exiles of the post-war who founded the Union of Spanish University Lecturers Abroad (1939-1960) or the Spanish Cultural Association of Mexico (1949) [6-9]. It is worth noting that the fundamental difference with the current scientific diaspora is based on the fact that those groups emerged as a result of political exile, whereas the current situation is due mainly to professional and financial issues. A more recent example and more relevant to the professional reasons of the current scientific diaspora, is the Spanish Professionals in America (Asociación de Licenciados y Doctorados Españoles en Estados Unidos-ALDEEU), founded in 1980 and which still organises bilateral events and gatherings of particular interest [10].

3. THE CURRENT SCIENTIFIC DIASPORA

Since 2011 a new group has joined the associationism of the Spanish professionals abroad: scientists. It all started when a group of Spanish researchers in the United Kingdom got together in the Spanish Embassy to discuss our scientific careers, our professional needs and those of our scientific systems (Spanish and British) and, lastly, to identify the goals we wanted to achieve with a hypothetical association. After other meetings and assemblies in different cities around the United Kingdom, we ended up founding our organisation a year later: Spanish Researchers in the United Kingdom (Científicos Españoles en el Reino Unido-CERU) [11], which was closely followed by the Society of Spanish Researchers in the Federal Republic of Germany (Sociedad de Científicos Españoles en la República Federal de Alemania- CERFA) [12].

In November 2012, *Nature* highlighted the founding of several associations of expatriate scientists, mainly from Southern European countries blaming it partly on the budget cutbacks in their country of origin [13]. The article talked about CERU and CERFA as well as other associations such as the association of association of students and researchers from Portugal, PARSUK [14]; Italy, AIS-UK [15]; or France, CIFRU [16]; in the United Kingdom.

The example and activities performed by CERU and CERFA have later served as inspiration for other scientists to mobilise and establish their own communities abroad: Spanish Scientists in Sweden (Científicos Españoles en Suecia - ACES) and Spanish Scientists in Denmark (Científicos Españoles en Dinamarca - CED) [17] began in 2013, while the Spanish Scientists in the United States (Españoles Cientñificos en Estados Unidos-ECUSA) [18], the Society of Spanish Scientists in the Pacific (Científicos Españoles del Pacífico-CEP) and Asia (CEA) have done so in 2014.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

This scientific associationism is noteworthy and, if it withstands time, will be the object of study by researchers who analyse scientist mobility. CERU and CERFA and the rest of these associations of the Spanish scientific diaspora have shaped some common goals and interests. They are all united by their experience in a foreign country and the fact that they have diagnosed the structural problems of our scientific system and that of science in general. Their main motivation is to have a clear impact on Spanish society and in their destination country, while attending in the process to the silent demands of four patients until now unattended [19].

3.1. SCIENTISTS: ESTABLISHING A PROFESSIONAL AND SOCIAL NETWORK ABROAD

Spain's strong cultural roots invite many emigrants to gather with other compatriots forming groups of friends and informal social clubs. However, it is remarkable how until a few years ago there were no established scientific groups. Our societies, CERU & CERFA, aim to consolidate professional and social networks, with social events which can facilitate the arrival of new members and the departure of old ones. In this way we foment collaboration and the creation of professional mentoring relationships, we share advice from career guidance on how to face the sheer bureaucracy of each country. Evidence of the success of these activities is in the fact that we have had researchers who, having met at a CERU event, have collaborated in their projects and published scientific works [20], while others have received the training required to obtain financing for their professional projects.

These social events also serve as places where ideas can be formed for activities which complement the rest of our goals. With a positive, social and totally constructive environment, we gauge the members, collect ideas and recruit volunteers to put them into practice. In our efforts to develop a constructive criticism to improve our R&D system, we prioritise first-hand the experiences and opinions of our members above all possible issues.

3.2. SOCIETY: PROMOTING THE VALUE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

The clear structural problem of Spanish society has always been our lack of scientific tradition and culture. It is striking that the Spanish citizens value the work of doctors, teachers and scientists very positively [21] but their appreciation does not translate into a greater participation of the citizens in science and its financing, or in a greater

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

presence of protests for science (unlike the mass demonstrations in support of education and health). The citizens perceive these as necessary for society, whereas science is seen as a luxury or even a hobby. Unamuno's famous "Let them invent!" seems to have done a lot of damage.

And additionally, our scientific societies and academies seem to have maintained the scientific debate exclusively behind the public's back. Many of these have neglected the divulgation of science to society and the development of programmes for the public to participate in scientific activities. Spain is missing a Royal Society or a National Academy of Sciences with presence in the society and which disseminates knowledge and promotes science and technology in all of its forms.

From our societies abroad, we can tell that the gap which separates scientists from the general public is too wide. Spain will not have a better scientific system until it has a society that appreciates science. Through improving society and a timely change of priorities, we will obtain an improvement in the politicians who govern us and how we will manage to inspire new generations of scientists who will face the challenges of our future. This is why it is us, the scientists of today, who must make the most of all the tools we have available today more than ever to bring science closer to the public: blogs, social networks, conferences and seminars open to the public, on-line seminars, visits to schools...

The Royal Institution was the first place where science was disseminated in open talks to the people of 17th-century England. Science is a very accessible product, capable of inspiring and promoting critical thought in the spectator and this is how it is promulgated in the Royal Society, the Royal Institution and in numerous institutions, royal academies and scientific associations all over the world. Our diaspora have assimilated this and have practised this raising of awareness by organising scientific seminars and debates in universities and institutions, but also in pubs and schools where we have actively sought the audience's participation and attempted to reach out to young learners. Our science ambassadors have filled auditoriums, shared their discoveries at the same time as we have tried to rid society of any main misconceptions and have taught pupils to design clinical trials. This impact is difficult to measure, but it is necessary for scientists to become involved in this type of activity so that, if it has no impact, we can at least have some, even if minimal, influence over today's and especially tomorrow's society.

The present and the future very often seem to be decided on the bubbling social networks. Our diaspora recognise this and opt for having a strong presence in social networks, obtaining thousands of followers who have been kept up-to-date with our publication of scientific news of interest, our activities and achievements and participated in debates.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3.3. POLITICIANS: INFLUENCING THE IMPROVEMENT OF SCIENTIFIC POLITICS

Until the appearance of these communities, scientists in foreign countries could have the temptation to contribute in the debates in their countries of origin, but many did not know how to [1]. Our communities have offered a platform which did not previously exist. From our experience in other research environments and systems, we can import what we believe could be beneficial for our country of origin. Although we can complete this transfer in a subsequent return to Spain, many of our members are already settled in the United Kingdom or Germany and no longer contemplate returning, but still want to contribute to Spanish development.

Just as we notice the gap between science and society, we notice it between science and politics. With our societies we aim to be in contact with institutions, public and private, in our countries of origin and destination, and give advice on the improvement of scientific politics from an independent and totally pro-scientific position. It is for this purpose that from CERU and CERFA we have met with the Secretary of State of Research, Development and Innovation, with the National Agency for Quality Assessment and Accreditation of Spain (ANECA), with the Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT), with the High Commissioner of the Spain Brand, with the German Academic Exchange Service (DAAD), with the Humboldt Institute of Germany, with the Royal Society of the united Kingdom, with consortiums of private companies, with several foundations and other associations of researchers.

We have given scientists outside Spain a voice and have supported the manifestos for a greater and continued public investment for R&D both in Spain (Carta por la Ciencia) [22] and the United Kingdom (Science is Vital) [23], while at the same time maintaining debates to promote a greater contribution from the private sector and a greater presence of the foundations and citizens in scientific and technological investment [24]. The scientific debate is often brought up in the media and we have also offered ourselves to them, not only to give us opinions from abroad about different issues [5, 19, 25], but also so they can publicise the scientific discoveries we make in our destination countries [26, 27]. Spanish society could celebrate our discoveries as much as our actors' Oscars or our footballers' goals abroad.

3.4. COUNTRIES: ENABLING BILATERAL COLLABORATION

In such a globalised world as today's, it is key to establish bilateral relationships between countries which allow collaboration and exchange of knowledge and human

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

capital. Our societies want to help Spain improve and, to this end, they offer us as mediating agents between public and private institutions of both countries, as long as a research centre, university or private industry of one country positively values the establishment of scientific relationships with the other country. Our experiences are a priceless asset with which we can favour the development of scientific and/or institutional collaboration between Spain and our destination countries and vice versa. On this journey, more time is needed to get where we want to go, but meanwhile we are enabling collaboration with scientific associations and public and private foundations.

5. REVERSING THE DRAIN PROCESS TO GAIN

The objectives of our associations require giving value to and recognising our existence. As we have been able to explain in this text, our scientific diaspora could be fundamental in establishing bilateral agreements between universities, research centres and companies from different countries, in terms of professional exchange programmes so there are more Spaniards going to other countries and foreigners going to Spain. We can also facilitate agreements between governments for there to be the necessary transfer of policies and knowledge in order to improve our scientific systems. In conclusion, reversing the brain drain process to talent recruitment is something which requires time and, especially, will.

Time will consolidate us but we need the clear disposition of our institutions for our existence to live on and our scope to be even greater. The governments, in their usual search for expert committees for valuing and evaluating our system, would do wisely to capitalise knowledge and human resources that this diaspora offers them. It is not enough to simply facilitate meeting with our leaders, our advice must have an impact on subsequent politics and our diaspora must also participate in the advisory and evaluation boards for national projects.

Science and politics are two very different worlds which are governed by different time sets and rules [28, 29], but what Spain needs, now more than ever, is for us to build a long-sighted relationship between the political and scientific worlds. Only by doing this can we develop the necessary shared agreements so the Spanish society is the most benefited.

Surveys are a fundamental research tool on which we later base our debates. For these numbers to be credible and comparable, we must increase the level of scientists' and society's participation in INNOVACEF surveys [30] and in this one which is the object

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

of this report. To this end, CERU and CERFA have done so from the very beginning. We hope the results of the report help us define new scenarios of understanding and we can reverse the drain process to talent recruitment.

The scientists abroad who are represented by our societies are ready. Are you?

BIBLIOGRAPHY

[1] THE ROYAL SOCIETY: *Knowledge, networks and nations: Global scientific collaboration in the 21st century*, 2011.

[2] FRANZONI, C.; SCELLATO G. and STEPHAN, P.: *Foreign born scientists: Mobility patterns for sixteen countries*, National Bureau of Economic Research, 2012.

[3] VIVAS, E.; CATANZARO, M. and MOYA, F. J.: *Proyecto Fuga2*. Available at: http://data.elperiodico.com.

[4] CHEN, J.: "Nation aims to increase talent pool", *China Daily*, 2010.

[5] DELGADO, R.; MELCHOR, L. and OLIVER, E.: "Atracción y consolidación del talento científico en España", *El País*, 2013.

[6] GIRAL GONZÁLEZ, F.: *Ciencia española en el exilio (1939-1988)*, ed. A.d.C. Científica, vol. 33, Madrid: Amigos de la cultura científica, 1989.

[7] GIRAL GONZÁLEZ, F.: *Ciencia española en el exilio (1939-1989)*, Barcelona: Anthropos, 1994.

[8] BARONA, J. L.: *El exilio científico republicano*, Valencia: Publicacions Universitat de València, 2010.

[9] VALERA, M. *et al.*: *Científicos españoles en el Reino Unido (1750-1830)*, Asclepio, 50, 1998, p. 49-68.

[10] ALDEEU: Asociación de Licenciados y Doctores Españoles en Estados Unidos. Available at: http://web.aldeeu.org.

[11] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN EL REINO UNIDO (CERU). Available at: http://www.sruk.org.uk.

[12] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA (CERFA). Available at: http://www.cerfa.de.

[13] CATANZARO, M.: "Expatriate scientists get organized", *Nature*, 491, 2012, p. 629.

[14] PORTUGUESE ASSOCIATION OF RESEARCHERS AND STUDENTS IN THE UNITED KINGDOM (PARSUK). Available at: http://www.parsuk.pt.

[15] ASSOCIATION OF ITALIAN SCIENTISTS IN THE UNITED KINGDOM (AIS-UK). Available at: http://aisukblog.wordpress.com.

[16] RÉSEAU DES CHERCHEURS ET INGÉNIEURS FRANÇAIS AU ROYAUME-UNI (CIFRU). Available at: www.ambafrance-uk.org/CIFRU.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

[17] SOCIEDAD DE CIENTÍFICOS ESPAÑOLES EN DINAMARCA (CED): Available at: http://www.ced-sfd.com.

[18] ESPAÑOLES CIENTÍFICOS EN USA (ECUSA). Available a: www.ecusa.es.

[19] MELCHOR, L.: "Curemos la enfermedad de la I+D+i española", *El País*, 2013.

[20] PÉREZ-ÁLVARO, E. and GONZÁLEZ-ZALBA, F.: "Experiments on Particle Physics Using Underwater Cultural Heritage: The Dilemma", *Rosetta*, 13 (5), 2013, p. 40-46.

[21] CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLÓGICAS: *Barómetro de febrero*, 2013.

[22] "Con I+D+i sí hay futuro". Available at: http://conimasdmasihayfuturo.com.

[23] "Science is Vital". Available at: http://scienceisvital.org.uk.

[24] "La ciencia española necesita mecenas de a pie como en el Reino Unido": *El Confidencial*.

[25] POSTICO, D.: "Un puente de ciencia entre Reino Unido y España", *El Mundo*, 2013.

[26] SINC: "El primer árbol genealógico del mieloma múltiple", 2014.

[27] SINC: "Polémica sobre el uso de lingotes romanos para investigar materia oscura y neutrinos", 2013.

[28] MILMAN, O.: "Top 20 things politicians need to know about science", *The Guardian*, 2013.

[29] TYLER, C.: "Top 20 things scientists need to know about policy-making", *The Guardian*, 2013.

[30] ACEITUNO-ACEITUNO, P.: "Octavo informe INNOVACEF: Estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2013, p. 1-68.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

8

INDUSTRIAL LEADERSHIP AND ITS RELATION TO SCIENTIST MOBILITY

Julio Sánchez Chóliz

1. Presentation
2. What type of recession are we suffering?
3. What technology-related factors favour industrial leadership?
4. What factors determine the human capital mobility?
5. Possible proposals

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. PRESENTATION

In this reflection on researchers mobility and the need for new innovation policies, I am going to focus on answering three questions on this complex subject: what type of crisis are we suffering?, what technology-related factors favour industrial leadership? and, lastly, what factors determine the human capital mobility, especially that of young people? What I am going to present is a summary of some of the results of my investigations and which can be found in Fatás-Villafranca *et al.* (2014 y 2009), Jarne *et al.* (2007) & Sánchez Chóliz (2013).

2. WHAT TYPE OF RECESSION ARE WE SUFFERING?

Although recessions are emerging economic phenomenons, which cannot be predicted deterministically, empiric data already revealed at the turn of the century, as can be seen in Jarne *et al.* (2007), a possible typical long-wave crisis, similar to that which occurred in 29 or, with less virulence, in the beginning of the seventies. This is backed by the most recent data obtained from the Federal Reserve: http://www.federalreserve.gov/datadownload, as we can see in Diagram 1.

This Diagram 1 reveals the possible existence of a long wave in the world's economy, which would begin in the seventies and would enter the deceleration phase before the 21st century, currently in its final stage. We must remember that what characterises a wave is the presence of a strong innovative technological nucleus which integrates and strengthens all activities. The end of the wave arrives when the innovative capacity of the nucleus runs out and is not substituted by other innovations. Recovery occurs when another technological nucleus or paradigm is assimilated. If this is the current situation, as I believe it is, the development of R&D and the use of the available human capital would be much more necessary than any other time.

Similar data can be seen for the German economy in the following Diagram 2. obtained from Típicamente Castro (2013), which shows the fall since 2000 of its total factor productivity (TFP), which measures the contribution of the technological change to the growth.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 1. **Adjustment of the total industrial capacity index for the USA economy 1967-2013**

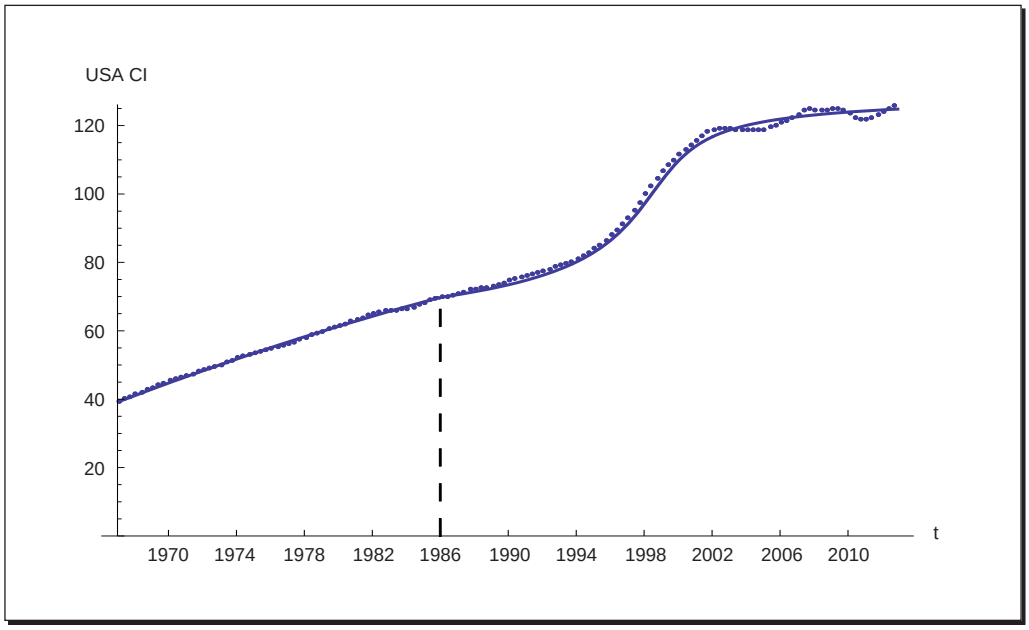
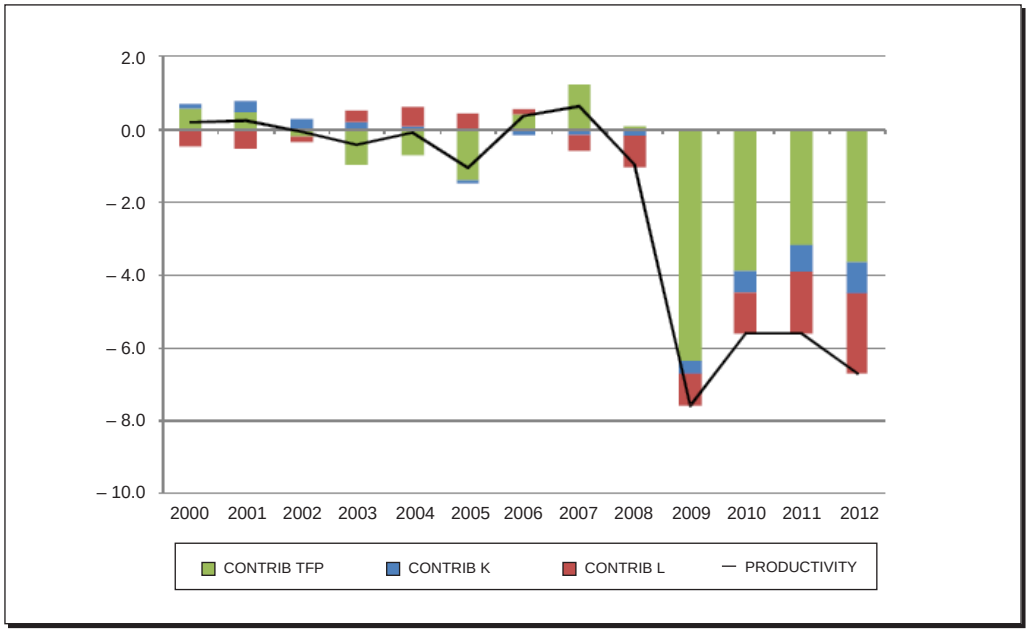


Diagram 2. **Productivity gap with respect to the pre-recession period in Germany**



"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

We can obtain similar information for Spain in the Diagrams 3 and 4, which have been devised using data from EUKLEMS, http://www.euklems.net/.

Diagram 3. **TFP of the Spanish economy, 2005 = 100**

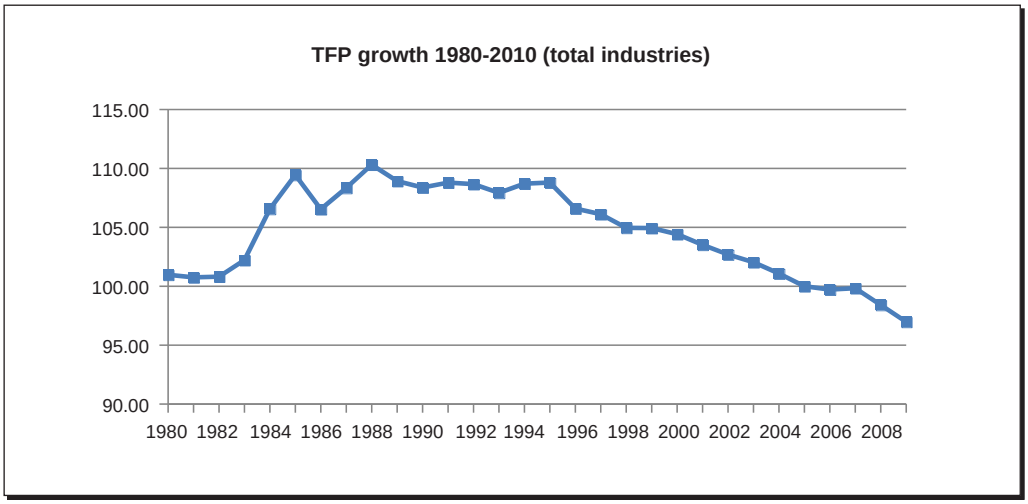
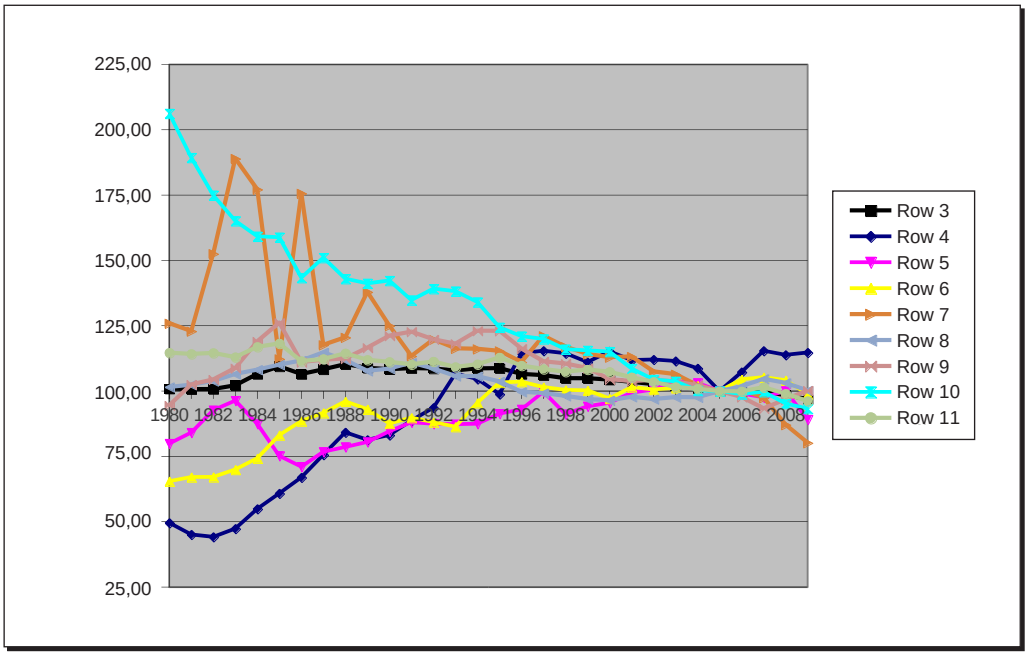


Diagram 4. **TFP of the different sectors in Spain, 2005 = 100**



"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Diagram 3 shows how the TFP falls constantly as of 1995, reaching in recent years levels even lower than those registered in the eighties. Without a doubt, the Spanish economy urgently needs the creation and maintenance of human capital, as well as, if it were possible, the attraction of foreign human capital. Diagram 4 shows the greatly different contribution to the TFP by the different sectors. It has grown constantly over the years and has remained stable in the primary sectors (Row 3 in Diagram 4) and high technology and medium-high technology (Row 5). It has been notable, but has decreased constantly over the years in high-tech services (Row 9). We find a similar evolution in medium-high technology (Row 6). And finally, we can see a slow, constant fall in the other services (Row 10), which plays an important part in creating income.

From all this we can conclude that, not only in Spain but worldwide, the availability and development of human capital can be the economic keys to emerge from the current crisis, as it is the key instrument to pass from an old technological setting based mainly on:

- mass use of plastic as material
- generalisation of travel (aeroplanes and car)
- television and media
- computers and telephone
- generalisation of antibiotics and surgery
- And use of petrol for energy and chemical input to another setting,

the basis of which, tentatively, it could be:

- nanotechnology and science of materials (superconductors, graphene, etc.)
- bio-engineering
- artificial intelligence
- remote controls
- genetics and medicinal sciences
- renewable energies

Many of these new fields are related to the sector of Computers and semiconductors.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3. WHAT TECHNOLOGY-RELATED FACTORS FAVOUR INDUSTRIAL LEADERSHIP?

It is relatively easy to list the factors which favour technological leadership, but it is much more difficult to list them according to their degree of importance. In Fatás-Villafranca *et al.* (2009 and 2014) we address this issue through evolutionary models, which integrated both productive and institutional aspects. In these, different company-countries, which elaborated high technology products, competed in a worldwide market, their objective being to reach company leadership via the profits obtained and the type of investments made.

The first question we asked ourselves was the relevance of this market's demand growth. The second, the importance of the two possible sources of growth, the accumulation of capital, or expansion, and the technological or human capital growth. The balance between them depended crucially on the *r* rate concerning the sales assigned to R&D by the company, a rate which could be complemented with state grants. The capital accumulation processes were also governed by the rates θ of tendency to invest and by the input costs, ρ which included the county's salary costs as well as the raw material costs for the country. Concurrently, the processes for generating R&D depended on the technological capacity α of the company's researchers, the capacity β for absorbing new knowledge (in other words, the capacity to imitate and assimilate existing technologies) and on the responsibility λ of the university or institutional systems for producing new researchers, taking shape in their cost volume. Other important aspects were the unitary costs of training researchers, the salaries they received, the quality of the research centres and the mobility of the researchers themselves, but we will talk about this mobility later.

Regarding the size of the market, the obtained conclusion was quite evident, it has little influence on the relative advantages, it favours or detriments everything similarly. Its main effect is that there will be no growth if there is no new demand to cover, but this does not significantly determine the leader.

It is normal to assume that the best business strategy is to invest as much as possible in R&D, as this way the company in strengthened in the face of its competitors. But the results show something very different, the ideal strategy would be to maintain either a high *r* or a low *r*, depending on the ratios of productivity of the investments in R&D and in expansion. Furthermore, whether it is optimal to increase, reduce or maintain *r* (the relative weight of R&D), depends significantly on the wages *w* paid to researchers and the general costs that the R&D creation processes entail. This is well-known by all business owners. If the *w* are very high, the tendency to expansion will be greater, if the costs in institutions which generate R&D are very high due to inefficiency or low productivity, it will also be more difficult for the *r* rate of investment in R&D to grow.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

The improvement of the technological ability, as we all know, depends on two aspects, the number of researchers and the scientific quality of each of them, and this, in turn, depends on their individual creativity and their ability to imitate or assimilate already invented technology.

The number of new researchers in a scientific speciality depends on the institutional sensitivity towards higher education and towards the development in the corresponding technological branches; therefore, the higher it is, λ the higher the number will be of new researchers available to the company. But two aspects are shown with the model, what companies are interested in are researchers in their technological branches, not generically in R&D, and that the institutional investment will be more efficient the better those researchers are, which leads us to the subject of quality centres.

From a practical point of view, an increase in the technological level can come by both individual creativity or imitation, what is more, the further the company is from the technological frontier, the more intense and efficient the imitation will be. This leads to another important point: the investments in R&D can be more efficient, at least short-term, if they create researchers capable of imitating, and this may even be the natural option in the first stage. This reinforces the idea that the best option is not always to invest in R&D, if we understand this as purely innovation and invention.

To end this characterisation of the growth factors, we cannot forget something revealed by the medium and long-term analysis, the limit this implies for the market growth. This limit functions always as an upper limit and forces, as we near this limit, the change from competition in quantity to competition in price, which is much more difficult. On the contrary, innovation always allows growth by cost reduction or by creating new demand, and in principle does not have an upper limit. This could be important if we contemplate growth basically by export and not by technological improvement the way to emerge from this crisis, as may be the case in recent years.

Now we have characterised the growth factors, it now remains for us to see which are more operational from a leadership point of view. What follows is what was revealed to us in the simulations of the used models, and is coherent with much of the historically gathered experience (see for example Mowery and Nelson, 1999). The factors with most ability to propel the competitiveness are low primary costs: raw materials and salaries of the non-scientists (could be identified with the country's salary costs), and the researcher's technological ability, their influences being above institutional sensitivity (investments in new researchers) and the company's investment in R&D. Between these last two factors, the institutional sensitivity is the more relevant of the two, despite what people may think. Regarding the first two, if there is significant knowledge dissemination, the dominating

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

factor is costs, which makes having cheap raw materials or a low-salary labour market more important even than having scientists with high creative and technological abilities. This last factor acquires more weight when the dissemination is reduced and we have greater decreasing yield.

4. WHAT FACTORS DETERMINE THE HUMAN CAPITAL MOBILITY?

All the aforementioned does not nullify, although does readjust (remember the role of the raw materials and the low salaries), one of the most ingrained beliefs among economists regarding the role of human capital and R&D, in that its relative increase enlarges the company's competitive ability and the growth of any economy. This is nothing but a simple way of interpreting the thesis of Lucas (1988) and, according to them, investing in universities and research centres will always be profitable. However, in a worldwide economy with researcher mobility the conclusions are somewhat more complex, as we have seen in Fatás-Villafranca *et al.* (2014).

In this work we assumed that researchers, both juniors and seniors (those who have already worked in a company or research centre), could move between different companies or countries, although mobility was greater among younger researchers. Mobility had two motivations, the salary advantages and the appeal of the higher scientific levels in the other country, especially in terms of developing a professional career. When we considered salaries, we did not interpret them in a purely monetary form, but as buying power capacity and as a retribution which could incorporate social components (culture, family, life conditions, etc.). Both factors were summarised in an index of attractiveness of each country for national or foreign researchers. Finally, the new researchers were produced through university or research institutions in the different countries, their number depending on the investment levels of those institutions and the efficiency of the training processes.

Even with this simplified setting, the first conclusion was that mobility is very relevant and that the most traditional conclusions lose a great part of their theoretical foundation. R&D in general can be more or less useful for a country or company depending on how it is carried out and where the researchers end up working, in other words, on the quality of their training and each country's appeal.

In this context, R&D is still necessary to win positions in the competitive battle and to grow, but each country must reach a minimum, under which the investment for that country is sterile. A minimum nucleus of researchers is required, and this minimum must be maintained even with the loss of researchers' scientist mobility resulting from mobility.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

And this is valid whether a purely technological innovation path is chosen or a path in which imitation bears more weight. This means that a country, if it does not wish to lose the advantages of its R&D investments, must have a minimum level of attraction to retain the researchers. After a certain level, the country will be able to retain at least part of its new researchers and for another higher level it will be able to have a positive balance in mobility. Reaching this level must be every country's goal. We cannot forget either that the level of attraction of a country depends a great deal on the country's own idiosyncrasy.

We must also remember that each business sector needs its own technology, with general components but also a specific part. It is therefore not enough to create and maintain researchers, they need to be maintained for each of the scientific branches which have been supported (whether it is the country's government politics or companies which compete internationally).

In a competitive worldwide market, the quality of the researcher is also very important, as this will decide their contribution to the improvement of the technological level via invention and/or imitation. This makes the quality centres essential.

And, lastly, the analysis performed in Fatás-Villafranca *et al.* (2014) have shown an apparently contradictory possibility, that it could be in the leading countries' interest for the rest of the countries to have efficient training systems and good research centres, even though this could mean potential competitors. The reason is quite simple: if the leader has a strong attraction towards foreign researchers, the end beneficiary of that good training and research could be the leading country. The same thing applies to investments in R&D of competing companies and with their institutional support. The key lies in whether with its power of attraction it can ensure its leadership or recover it in case of losing it.

5. POSSIBLE PROPOSALS

After the previous reflections and as tentative rather than real proposals which need more reflection, let's see some of the directions in which we should advance if we do not want mobility to destroy our efforts to foment the country's R&D.

- If we accept the current crisis' nature, the passing from one wave to another deep change of the technological nucleus, at the moment the reduction of investments in R&D, as the Government has done, is one of the worst economic political measures that could be taken, as it directly contradicts the solution and favours the grievance and continuation of the crisis.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

- This is worsened by the fact that we cannot expect the crisis to end in one or two years, it will be a long process and may require at least five years. If the cutbacks in R&D last this long, the set-back could be irrecoverable and we will have lost the opportunity to help emerge from the crisis.
- In addition, new investments in R&D should be directed to new probable lines of scientific and technological development: nanotechnology, materials science, bioengineering, genetics, medical sciences, artificial intelligence, renewable energies, climate control and telecommunications, among others. Sarewitz and Nelson's (2008) recent criteria about technological choices in highly uncertain circumstances will undoubtedly be helpful for this. It is also important to remember that we must create human capital, but also apply it to the industries.
- All this leads us to strengthen and extend our R&D system and to increase Spain's attraction capacity for researchers, which probably requires, among other these measures:

  – The maintenance of the current level of investment in R&D in accordance with GDP and to gradually increase it. There is no point in reducing the number of researchers, when the current challenge is that of development and application of new technologies.

  – The creation of quality research centres and institutes, on the part of both the Spanish state and companies.

  – The reinforcement of the mutual ties between public researchers and companies.

  – The partial redirection of the lines of investigation.

  – The increase of the stability of research careers, ensuring performance within the country:

    - The pre- and post-doctorate grants could entail subsequent three or more year contracts in Spanish centres.
    - These grants could have return conditions, either for returning or working in Spain.
    - The recovery of the research and teaching roles of the assistants for those who have or have had this type of grant.

  – The conversion of fixed work relationships into the dominating criteria in research centres or universities.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

BIBLIOGRAPHY

FATÁS-VILLAFRANCA, F.; JARNE, G. and SÁNCHEZ-CHÍLIZ, J.: "Stock and mobility of researchers and industrial leadership", *Metroeconomica*, 65, 1, 2014, p. 95-122.

— "Industrial leadership in science-based industries. A coevolution model", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 72, 2009, p. 390-407.

FUENTES CASTRO, D.: "An international comparison of the impact of the 2008 crisis on productivity", *Applied Economics Letters*, 20, 13, 2013, p. 1.263-1.269.

JARNE, G.; SÁNCHEZ CHÓLIZ, J. and FATÁS-VILLAFRANCA, F.: "'S-shaped' curves in economic growth. A theoretical contribution and an application", *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 3, 2, 2007, p. 239- 259.

LUCAS, R.: "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22, 1988, p. 3-42.

MOWERY, D. C. and NELSON, R. R. (eds.): *Sources of industrial leadership: Studies of seven industries*, Cambridge U. P.: New York, 1999.

SÁNCHEZ CHÓLIZ, J.: "Conjeturando sobre la crisis en España, 2013". Available at: http://www.credenat.com/wp-content/uploads/2013/09/Sevilla_PonenciaSHAIO-castellano.pdf

SAREWITZ, D. and NELSON, R. R.: "Three rules for technological fixes", *Nature,* 456, 2008, p. 871-872.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CHAPTER

9

INNOVATION SYSTEMS. AN ACADEMIC PROPOSAL FOR PRAXIS

Carlos Bousoño Calzón

1. Introduction
2. Perspectives and an attempt of classification
3. Innovation systems and eco-systems
4. Schelling and researchers
5. Evolution and transitions in the innovation system
6. Conclusion

Bibliography

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

1. INTRODUCTION

The word "innovation" is brandished nowadays as a tool for improving a complicated economic situation and, more specifically, the effects this has on people. It is also related to excellence aspects, especially when it refers to groups, institutions or countries. And, in this specific context, its relation with the possible situations of the researchers are implicitly contemplated.

As a first contact with this term. the definition of J. Schumpeter is often used, which defines it as the creation or improvement of products, services, processes, organisation methods or even markets. The truth is that its use is varied and, for example, when it needs to be adapted to the financing purpose. Bodies such as the European Commission –and associates– or the Spanish State maintain subtle differences which have to be taken into account. Its use regarding researchers also becomes complicated when one considers that there can be investigation without innovation and innovation without investigation and, nevertheless, it is difficult to know when we are referring to one or the other[1]. Lastly, it is worth noting that, according to the specific economic sector which is being dealt with, everything can be clarified.

Talking about Innovation Systems requires seeing innovation as a system, a set of parts and relationships that –in principle– would facilitate a better understanding of the phenomenon of innovation and even a certain control over it.

And this is the direction I will take in these pages, proposing an approach based on systematic considerations to try to make the most of innovation. It is not the aim of this brief article to present new results or closed and contrasted methodologies, but rather to make known –in sections 3, 4 and 5– an approximation of the study of these phenomenons which, without being completely new, is not usual; and try to explain, as best as possible, how the availability of information technology tools and the connectivity provided by the internet make this approach more than an academic device, a possible tool for partial design and/or management of these systems. I also admit, as may have

[1] For example, see European Commission- Unit 6 C (2013) where the terms investigation and innovation are continuously overlapping, even in the Commission preface.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

been inferred from the frequent use of the word "tool", a preference for technological innovation, especially the ICTs which I find more relevant and which I go over in section 2. I do hope, however, that I am granted some understanding in this respect and that is it goes without saying that, at least as objective, I do not desire to limit myself exclusively to these sectors and that the comments expressed here should be able to be generalised to nearly all types of innovation, especially all those which depend on research. Lastly, in section 4 I will try to link this proposal to the researcher's situation, although I admit also in this that I only present here suggestions rather than closed conclusions or studies.

2. PERSPECTIVES AND AN ATTEMPT OF CLASSIFICATION

The Cotec Foundation, hereof Cotec, identifies the following as elements of the Spanish innovation system (Fundación Cotec, 2013):

- The companies, the stars of the innovation process.
- The Public Administrations.
- The university and the public research bodies.
- The structures and infrastructures of the interface for transferring technology (technological institutes and centres, research results transfer offices, the technology parks, the university-company foundations, the company-innovation centres, the societies of risk capital, etc.).
- The market, the financial system, the education system, etc.

In the European scope, the action of the EIT[1] is supported by the KIC (Knowledge and Innovation Communities) which aim to integrate higher education, investigation and business via personal mobility programmes and the targeting of specific fields[2] (Technopolis Group, 2013).

Internationally, *The Economist*, published in its issue dated 18 January 2014, a study about technological start-ups (ICT) where it discusses possible models of business venture ecologies based on the success of the creation of companies in different parts

[1] European Institute of Innovation and Technology.

[2] The KIC for the ICT focuses on six areas among which are, for example, health and the digital cities.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

of the world. Among other indicators, it uses the number of companies on the internet worth more than a thousand dollars: in Europe –except United Kingdom– 5, UK, 10; China, 26; the United States, 87 or Israel, 6 (The Economist, 2014).

Although there is a lot to be said about these three focuses, I am going to limit myself to highlighting a few elements with the intention of creating debate and later analysis, instead of evaluating or sentencing them definitely.

Firstly, public investigation carries a lot of weight in the Spanish system [approximately two thirds of the total, nearly the inverse percentage of Germany (Fundación Cotec, 2013)], and the impression a third part of the young researchers had in the public sector interviewed by INNOVACEF is "that the improvement obtained in the competitiveness will not increase the economic profit, due to their area of expertise not being very marketable" (Aceituno, 2013). Secondly, the European scope does not appear in a favourable light in terms of business venture success according to the referenced economic magazine. Although it is true that the action of EIT cannot yet be judged properly and that its model is inspired in that of the MIT, supposedly efficient with regards to innovation. Thirdly, even in the Spanish case, the trend in high technology sectors, despite the current crisis, is for more investment in research (an increase of 139% between 2000 and 2010) and, in addition, the relative weighting of this sector compared to the rest of the industry has decreased, meaning that the rest of Spanish industry has also increased its spending on innovation.

Being aware that there is neither space nor intention here to continue with this type of analysis, I will pass on to some preliminary reflections: the clear benchmark for innovation is business; and, ultimately, large business. On the other hand, the great weight of innovative dynamism, at least in the ICT field, rests with the enterprise, which may involve a transfer of risk, inherent in innovation, not balanced by the expected return of a reasonable investment portfolio. I conclude this outline with the problems for the Spanish innovation system which Cotec stresses in its study:

- The low investment in innovation in companies.
- The lack of traction on the part of the domestic demand.
- The lack of culture in the Spanish financial markets to finance innovation.
- The rare culture of collaboration between companies and between companies and innovation centres.

We could, from these perspectives, attempt a classification of innovation systems by turning to the hackneyed stereotypes of planned innovation (with high public sector involvement) and market innovation (with a marked Anglo-Saxon influence whose

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

efficiency seems proven), and from here, after an easy assessment, to infer legislative actions that improve the Spanish system. But my personal view is that things are a little more complicated in reality and that such efforts would not, in all likelihood, produce the expected results. Instead, and assuming my personal attempt at classification to be inadequate, I propose to try to approach the problem of improvement with other tools, in the belief that they would be more effective.

3. INNOVATION SYSTEMS AND ECO-SYSTEMS

The attempt most recommended for the application of the word "system" to innovation in the field of ICTs that I know of is Fransman (2010), so I take it as the pillar on which to elaborate my proposal in the following paragraphs[1] .

Basically, Fransman proposes a model of four compartments and six relationships between them, for the ICT industry: the first would be the companies that make the elements (terminals or nodes of the networks); in the second, the connectivity, which includes the operation thereof; in the third, the applications, content and services; and in the fourth, the consumption of these. The relationships are tetra-dimensional, including financial, product, information and innovation exchanges.

In the name of this model, Fransman uses the term ICT eco-system. The additional connotations that this prefix adds to that of the system refer to the dynamics of the same which, following traditional economic academicism, are interpreted as system evolution. According to Fransman the main driver of this evolution is, precisely, innovation.

An analysis of data from a panel of 157 leading companies in the ICT sector at international level, allows us to draw conclusions about the flows that the relationships assume between the compartments of the model: the supply companies for network elements are those that introduce innovation into the system; the connectivity provider companies are those that introduce capital in the system; the highest ROE[2] corresponds to the service providers; finally, the consumers appear as sources of income, feedback[3], suppliers, sources of knowledge, information and content or even as activists.

---

1 Including, naturally, the other elements of the innovation system, for example those that appear in the Cotec report, in other compartments.

2 Return on equity.

3 In *The Economist* (2014), for example, the importance that end customer opinion of the service has for business creation is noted.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Among the most significant things of this approximation is the consideration of the dynamic or evolution of the system constantly changing due to innovation; the close relationship between innovation and risk investment, and that which these concepts assume to be adventures and misadventures for the different parts of the model and for the administrative regulation system.

The consideration of data sources allows this model to be converted into a realistic tool for understanding and, ultimately, regulatory recommendations.

Since the publication of this book, there are significant developments that can be included therein; for example, the role of crowdfunding as a mixture of investment and marketing that could be put into the fourth compartment.

But the most notable is the possibility of incorporating meta-innovations, to somehow refer to the changes in the same model of innovation. There are two aspects missing from this eco-systemic approach but they are present in other less concrete and less applicable analysis (Frenken, 2012) of innovation: the concept of equilibrium[1] and abrupt transitions[2] of the system in its evolution. I will return to these terms after the last of the personal additions, which is the consideration of different scales in the analysis. Also for this concept I have a benchmark, in this case of weight (Schelling, 2006), for consideration with that which begins in the next section, the deconstruction and reconstruction of the Fransman model.

4. SCHELLING AND RESEARCHERS

The main reference for researchers to consider in the system is themselves, and in general this consideration applies to all the participants, at the most basic level: people. To understand what the motivations are of the individual to make an investment, a move or to carry out an investigation, is important in order to understand the system. At this level, the standard tool is Game Theory, which can be valued appropriately by anyone who has ever been interested in micro-economy.

---

1 If anyone is disturbed by the joint use of the terms equilibrium and evolution, note that this is a theoretical device that is very typical of Thermodynamics: systems evolve via a set of equilibrium points. Its main advantage is the effectiveness of this approach to develop relatively simple models.

2 Physicists would say, to refer to these abrupt changes of the system, involving the change of its properties, phase transitions. In *The Economist* (2014) they use the Cambrian time metaphor as a good analogy with the geological period, 540 million years ago, which led to an explosion in the variety of life on Earth.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Fransman uses data from companies, that are also participants, but on a different scale. It can be argued that, in terms of applicability, the data on companies are more representative than the data so de-aggregated such as those that correspond to the most basic scales. However, the interesting thought comes from the consideration of both, as the classic Schelling[1] shows us.

If we use internet and the social networks emerging in the areas of innovation, it is possible to gather opinions at a personal level that, using the games mechanism, we can cross with more aggregated scale data, pure Schelling style.

5. EVOLUTION AND TRANSITIONS IN THE INNOVATION SYSTEM

I cannot indulge here in many subtleties, but I would like to make a non-trivial technical note of great importance for the practical application of all of this: the balance (Nash) points of the games, when understood in a strict sense, are also evolutionary balance points. These points of balance do not necessarily have to be static in the global evolutionary dynamics, but it is possible to also study when, or under which circumstances, do these points represent a qualitative change in the system's properties.

Furthermore, it is possible to also experiment what changes in one scale or another are compatible with the states of balance, imbalance or even evolution of the system. And this begins to approach an attempt of a design, although possibly limited, complementary to other approaches and of which, I must admit, I do not have any empiric verification –yet [2].

A pertinent question at this point would be: to what extent does the described programme make sense further than pure intentions. The easiest answer, until it can be proven with irrefutable facts, is based on analogy. The one chosen here, due to its surprising parallelisms, is that of the relationships between the risks at a global level (Helbing, 2013). Parallelisms are built on the objective's ambition, the base of risks inherent to innovation and part of the proposed techniques. Regarding these considerations I would also like to quote Shubik, in his talk in the Cowles Foundation (Shubik, 2011):

---

1 This reference is the tip of an iceberg, known as the Science of Complexity, with which the author of these notes has been linked for years. For a more recent reference, within the economic sphere, see (Krugman, 1996).

2 Currently, models are being developed following this methodology in the Dpt. of TSC- UC3M for validation.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

the best development of the Games Theory is that which emerges from the application of real problems. And what better problem than that whose partial solution could improve the current economic situation.

6. CONCLUSION

The INNOVACE report gathers the researchers feelings regarding the problems of our innovation system which surpass individual analysis abilities. Nevertheless, the current capacity for gathering data and the multi-scale processing of complex systems opens the door to a better understanding of the innovation and its bidirectional consequences for the different agents of this system with realistic promises of better design and management.

BIBLIOGRAPHY

ACEITUNO-ACEITUNO, P.: "Octavo informe INNOVACEF: estrategias para mejorar el sistema español de I+D+i", *Revista de Trabajo y Seguridad Social*, CEF, August-September 2013, p.1-68.

EUROPEAN COMMISSION-UNIT 6 C.: *Research and innovation performance in EU member states and associated countries*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

FRANSMAN, M.: *The new ICT ecosystem. Implications for policy and regulation*, Cambridge: Cambrige University Press, 2010.

FRENKEN, K.: "Branching innovation, recombinant innovation and endogenous technological transitions", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2012, p. 25-35.

FUNDACIÓN COTEC: *Tecnología e innovación en España, Informe Cotec 2012*, Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 2013.

HELBING, D.: "Globally networked risks and how to respond", *Nature*, 2013, p. 51-59.

KRUGMAN, P.: *The self-organizing economy*, Wiley-Blackwel, 1996.

SCHELLING, T. C.: *MicroMotives and MacroBehaviour*, New York: W.W.Norton, 2006.

SHUBIK, M.: *The present and future of Game Theory*, New Haven, Connecticut: Cowles Foundation (Yale University), 2011.

TECHNOPOLIS GROUP: *Analysis of synergies fostered by the EIT in the EU innovation ladscape*, Budapest: European Institute of Innovation and Technology (EIT), 2013.

THE ECONOMIST: *Special report Tech Startups*, London: The Economist, 2014.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

CONCLUSIONS

The extraordinary work carried out since 1907 until the breakout of the Civil War, by the Committee for Extension of Studies and Scientific Research with don Santiago Ramon y Cajal at the head, worried about the life and activities practised by Spanish researchers abroad, was helpful so they did not feel orphaned and also so they became conscious of the assistance that they were provided in their research career and the importance of their work in the emergence of Spain from the social and economic crisis.

The current project has not been so ambitious, but it has however tried to shed some light on the level of brain gain focus that the Spanish scientist mobility possesses, in order to help maintain and expand the contact and collaboration with the Spanish scientists abroad and the activation of possible policies to attract national and international scientific knowledge to Spain.

According to the obtained results, this degree of collaboration is limited and much lower than that maintained by Spanish researchers with other international scientific institutions. It is therefore necessary to establish new solutions which, summarising the aforementioned in the study's conclusions, come down to a required public-private collaboration between national public scientific institutions and the companies, in which all agents involved in the return of scientists from abroad should receive professional recognition, and the costs and profits of hiring these researchers when they return should be shared, so that they can carry out their scientific activity, either in a public institution or a private company, but in close relation, which could benefit the economy and society so very much.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Together with these basic conclusions drawn from the study, we can highlight some more relating to the contributions from the rest of authors who have taken art in the study and which are presented as follows:

- The scientific mobility policies must take into account the explanatory elements of scientist mobility and emigrations, as may be, for example, the scientists' motivations and perspectives, the research interaction spaces, the evolution processes of scientific networks and the specificities of the different scientific disciplines.
- The proposal to build trust and an effective plan to support research in Spain must begin through a plan agreed between the different agents which make up the national R&D&I system, in which they all must contribute their knowledge to enrich the system.
- The return to Spain is possible, but in worse work conditions than those offered abroad, so, as explained previously, it could be of interest to implement new solutions which integrate research carried out by scientists who have returned in their public institutions and cooperation with private companies.
- In the same way, it is considered essential to increase the stability in researching careers and maintain and gradually increment the level of public and private investment in R&D so as to not worsen and prolong the crisis, trying at the same time to focus efforts towards new lines of investigation, in which the public-private collaboration could be highly beneficial.
- Within the solutions to improve innovation system design and management, it could be very useful to take into account the opinion of researchers abroad, as, given the abilities for current data collection and multi-scale processing of complex systems, their opinion could help us to better understand innovation and its bidirectional consequences.
- Spanish scientific diaspora could be fundamental in reversing the brain drain to talent recruitment by supporting the establishment of bilateral agreements between universities, research centres and companies from different countries, professional exchange and the establishment of agreements between different Governments to share knowledge regarding the improvement of national scientific systems.
- Spain currently has platforms from which the public initiative to create ties with the Spanish scientists abroad, which can be activated by all the agents involved in the national R&D&I system.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

Lastly, to conclude, the only thing left to highlight is that, in order to solve the scientist mobility problems and those of the national R&D&I system in general, there are many ideas and one of them is the brain gain focus, as analysed in this work. The basic characteristic of this approach is that it serves as a link which can unite all the agents involved in the national R&D&I system in their efforts to achieve the dream of don Santiago Ramón y Cajal, consisting of a full prosperous future via scientific development, and which can be achieved by Spain with the contribution of its researchers abroad.

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

ÍNDICE SISTEMÁTICO/ SYSTEMATIC INDEX

PÁGINA

Versión en español

Sumario 5

Nómina de autores 9

Agradecimientos 11

Prólogo 15

PRIMERA PARTE

Capítulo 1. La implantación en España de un enfoque brain gain o de ganancia de cerebros científicos como instrumento de atracción del conocimiento investigador (IBGE) 23

1. Introducción 24
2. Metodología 26

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3. Resultados 32
3.1. Decisión de marcharse 32
3.2. Colaboración internacional y nacional 37
3.3. Intenciones de regreso 43
4. Conclusiones 47
Bibliografía 49

SEGUNDA PARTE

Capítulo 2. La movilidad científica: caracterizaciones y políticas. Nuevas perspectivas 55
1. Introducción 56
2. La movilidad científica: historia, caracterizaciones y políticas 58
3. La movilidad como proceso complejo y social: implicaciones 60
4. Resumen y conclusión 61
Bibliografía 62

Capítulo 3. ¿Es posible investigar en España? 65
1. Situación de la carrera investigadora en España en los últimos 10 años 66
2. Situación de la carrera investigadora en la España actual 68
3. Ventajas del trabajo de investigación fuera de España 69
4. Distintas realidades 70
Bibliografía 72

Capítulo 4. Una experiencia científica en el exterior. Investigar en los Estados Unidos 73
1. Introducción 74
2. Motivación 75

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

3. El sistema de financiación de investigación estadounidense 76

3.1. Financiación pública: agencias gubernamentales 76

3.2. Financiación privada: benefactores y empresas 77

3.3. Otras características relevantes del sistema de investigación estadounidense 78

4. Desarrollo de la estancia como investigador asociado en la Universidad de Virginia 79

5. ¿Y después de la estancia en la Universidad de Virginia? 80

5.1. Investigador en centros de investigación europeos 80

5.2. Profesor ayudante doctor (*Assistant Professor*) en los Estados Unidos 80

5.3. Investigador en compañías o centros gubernamentales estadounidenses 81

5.4. Profesor ayudante doctor en España 81

6. Conclusión 81

Bibliografía 82

Capítulo 5. Apoyo a la movilidad de los investigadores 83

1. Comunidades de científicos españoles en el extranjero 84

2. Red EURAXESS 84

3. Guía para la gestión de la movilidad del personal investigador extranjero en España 88

4. Red de diplomacia científica 89

Capítulo 6. Divulgación y comunicación de la ciencia al servicio del brain gain. www.madrimasd.org, una plataforma de encuentro y diálogo abierta a todos 91

1. La comunicación científica, clave en el diálogo entre ciencia, tecnología, innovación y sociedad 92

2. www.madrimasd.org, una plataforma de encuentro y diálogo abierta a todos 93

3. Notiweb madri+d, un proyecto de comunicación pionero 95

4. Blogs madri+d, compromiso social por la ciencia 97

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

5. PlazaScience, la red social de la ciencia 98
6. madri+d al servicio de los científicos españoles en el extranjero 98

Capítulo 7. Transformando la fuga en captación de cerebros mediante el asocianismo científico en el exterior 101

1. ¿Puede permitirse un país la fuga de cerebros? 102
2. Antecedentes de las diásporas científicas 103
3. La actual diáspora científica 104
   3.1. Los científicos: estableciendo una red social y profesional en el exterior 105
   3.2. La sociedad: promoviendo el valor de la ciencia y la tecnología 106
   3.3. Los políticos: influyendo en la mejora de las políticas científicas 107
   3.4. Los países: facilitando colaboraciones bilaterales 108
4. Revirtiendo el proceso de fuga a captación 108

Bibliografía 109

Capítulo 8. Liderazgo industrial y su relación con la movilidad científica 111

1. Presentación 112
2. ¿En qué tipo de crisis estamos? 112
3. ¿Qué factores asociados con la tecnología favorecen el liderazgo industrial? 116
4. ¿Qué factores determinan la movilidad del capital humano? 118
5. Posibles propuestas 120

Bibliografía 121

Capítulo 9. Sistemas de innovación. Una propuesta académica para la praxis 123

1. Introducción 124
2. Perspectivas y un intento de clasificación 125
3. Sistemas y eco-sistemas de innovación 127

"Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta Unidad sólo puede ser realizada con la autorización de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)".

4. Schelling y los investigadores 129
5. Evolución y transiciones en el sistema de innovación 129
6. A modo de conclusión 130

Bibliografía 130

Conclusiones 133

Versión en inglés

Contents 7

List of authors 139

Acknowledgements 141

Prologue 145

FIRST PART

Chapter 1. The implementation in Spain of a brain gain movement as an instrument for attracting research knowledge (IBGE) 153

1. Introduction 154
2. Methodology 156
3. Results 161
   3.1. Decision to leave 162
   3.2. National and international collaboration 166
   3.3. Intention of returning 172
4. Conclusions 176

Bibliography 178

SECOND PART

Chapter 2. Scientist mobility: characterisations and policies. New approaches 183

1. Introduction 184
2. Scientist mobility: history, characterisations and policies 185
3. Mobility as a complex and social process: implications 187
4. Summary and conclusion 189

Bibliography 189

Chapter 3. Is research possible in Spain? 193

1. Situation of the research career in Spain in the last 10 years 194
2. Situation of the research career in Spain at the moment 196
3. Advantages of research work outside Spain 197
4. Different realities 198

Bibliography 199

Chapter 4. A scientific experience abroad. Research in the United States 201

1. Introduction 202
2. Motivation 203
3. The United States system of research funding 204
   - 3.1. Public financing: government agencies 204
   - 3.2. Private funding: benefactors and companies 205
   - 3.3. Other relevant characteristics of the United States research system 205
4. Development of the stay as a research associate at the University of Virginia 206
5. And after the stay at the University of Virginia? 207
   - 5.1. Researcher in European research centres 208
   - 5.2. Assistant Professor in the United States 208

5.3. Researcher in U.S. company or government centres 208
5.4. Assistant Professor in Spain 208

6. Conclusion 209

Bibliography 209

Chapter 5. Mobility support for researchers 211

1. Communities of Spanish scientists abroad 212
2. Red EURAXESS 212
3. Guide for the management of the mobility of the foreign researcher in Spain 215
4. Science diplomats network 216

Chapter 6. Dissemination and communication of science to the brain gain service. www.madrimasd.org, a meeting and discussion platform open to all 217

1. Scientific communication, key to the dialogue between science, technology, innovation and society 218
2. www.madrimasd.org, a meeting and discussion platform open to all 219
3. Notiweb madri+d, a pioneering communication project 221
4. Blogs madri+d, social commitment through science 222
5. PlazaScience, the social network of science 223
6. madri+d in the service of the Spanish scientists abroad 224

Chapter 7. Transforming brain drain into brain gain via scientific associationism abroad 227

1. Can a country afford brain drain? 228
2. Scientific diaspora background 229
3. The current scientific diaspora 230
   3.1. Scientists: establishing a professional and social network abroad 231
   3.2. Society: promoting the value of science and technology 231

3.3. Politicians: influencing the improvement of scientific politics 233
3.4. Countries: enabling bilateral collaboration 233

5. Reversing the drain process to gain 234

Bibliography 235

Chapter 8. Industrial leadership and its relation to scientist mobility 237

1. Presentation 238
2. What type of recession are we suffering? 238
3. What technology-related factors favour industrial leadership? 242
4. What factors determine the human capital mobility? 244
5. Possible proposals 245

Bibliography 247

Chapter 9. Innovation systems. An academic proposal for praxis 249

1. Introduction 250
2. Perspectives and an attempt of classification 251
3. Innovation systems and eco-systems 253
4. Schelling and researchers 254
5. Evolution and transitions in the innovation system 255
6. Conclusion 256

Bibliography 256

Conclusions 257

udima
UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID

El *brain drain* o fuga de cerebros supone una pérdida de personal altamente cualificado que emigra de su país de origen, lo que conduce a un detrimento tecnológico para estas naciones y una ganancia para los países de destino. Frente a este enfoque, el *brain gain* (ganancia de cerebros) asume que los científicos nacionales emigrados no significan una pérdida definitiva, sino que están mejor cualificados que si hubieran continuado en el país y su potencial puede ser aprovechado mediante el uso de redes con los científicos locales. El objetivo de este estudio consiste en conocer el nivel de enfoque *brain gain* que posee el sistema español de I+D+i con el objetivo de mantener y enriquecer el contacto y la colaboración con los científicos nacionales, como paso previo a la articulación de políticas generadoras de una adecuada atracción del conocimiento científico.

Brain drain means a loss of highly skilled workers that migrate from their native countries, which is to the technological detriment of these nations and to the benefit of the host countries. In contrast, the brain gain approach assumes that migrant native scientists do not represent an ever-lasting loss, but an opportunity for the country to have better qualified researchers than if they had stayed in their place of origin. Local scientists may benefit from the potential skills of migrant workers through the use of collaborative networks. This study examines the degree to which the Spanish R&D+i system employs the brain gain approach with the idea of maintaining and enriching the collaboration with local researchers, as a previous step to the planning of policies that generate attraction of scientific expertise.

902 02 00 03
www.udima.es