

CAPÍTULO 10

LAS PRUEBAS DE CONCEPTO COMO HERRAMIENTA EN LA VALORIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Proofs of Concept as a
tool for Valorization and
Transfer of Knowledge

Por: Rebeca Fernández Sánchez
rebecafs@ugr.es

Juan Antonio Muñoz Orellana
orellana@ugr.es

OTRI – Universidad de Granada
España

Resumen

Este trabajo describe las iniciativas puestas en marcha desde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de la Universidad de Granada, para la dinamización y realización de proyectos de valorización de conocimiento y tecnologías, incluyendo la realización de pruebas de concepto, prototipos y estudios de viabilidad. Con estas actividades, que de manera genérica se engloban en el ámbito del desarrollo tecnológico, se pretende avanzar en la validación y desarrollo de tecnologías que por su propia naturaleza se encuentran en un nivel bajo de madurez. Estos proyectos, a través de un despliegue de tareas de índole diversa, persiguen una serie de objetivos relacionados con cada tecnología que incluyen comprobar su validez y aplicabilidad, obtener datos e información adicionales de utilidad, estudiar su escalabilidad y, en definitiva, favorecer el interés de potenciales licenciarios o inversores con capacidad de llevarlas al mercado, dentro de un proceso global de valorización y transferencia.

Palabras clave: Prueba de concepto, prototipo, valorización, nivel de madurez de tecnología, transferencia, desarrollo tecnológico.

Abstract

This paper describes the initiatives implemented by the Research Results Transfer Office of the University of Granada, for boosting knowledge and technology valorization projects, including the realization of proofs of concept, prototypes and feasibility studies. The goal of these activities, generally included in the field of technological development, is to advance in the validation and development of technologies, which, by their very nature, are at a low technology readiness level. Through a variety of tasks, these projects pursue a series of objectives related to each technology that include checking its validity and applicability, obtaining additional useful data and information, studying its scalability and, ultimately, attracting the interest of potential licensees or investors with the capacity to take them to the market, within a whole valorization and transfer process.

Keywords: Proof of concept, prototype, valorization, Technology Readiness Level, transfer, technological development.

I. Introducción

En el entorno universitario, los resultados de investigación suelen estar en una fase muy temprana de desarrollo: modelos teóricos, resultados de experimentación *in vitro*, compuestos químicos sintetizados en pequeñas cantidades en laboratorio, primeros diseños conceptuales de dispositivos o procesos, etc. Este incipiente grado de desarrollo, con un TRL (Technology Readiness Level) o nivel de madurez de la tecnología que generalmente será TRL1 o TRL2 (tabla 1; Mankins, 1995), representa una barrera importante para lograr una efectiva transferencia hacia los sectores productivos, por dos motivos principales: a) no existen pruebas acerca de su validez en condiciones reales o similares a las de operación, y b) estas comprobaciones son costosas y dependiendo del sector requerirán una mayor o menor inversión en recursos económicos y tiempo.

Se encuentran por tanto al principio del conocido como “*valle de la muerte*” o “*Valley of Death*” (figura 1), una representación icónica, y por lo tanto muy simplificada, del largo y difícil camino que va desde la investigación hasta la innovación o entrada en el mercado, pasando por un largo proceso de desarrollo tecnológico que requiere recursos que son escasos y por tanto muy disputados.

De manera general, el “*valle de la muerte*” es un concepto usado para referirse a aquella situación en la que una tecnología no consigue llegar al mercado debido a su incapacidad para avanzar desde la fase de demostración hasta la fase de comercialización. Esta situación se produce cuando el desarrollador de la tecnología no es capaz de encontrar la financiación necesaria para su escalado y proceso de manufactura ya que, por una parte, las administraciones competentes entienden que el resultado es “*demasiado aplicado*” como para obtener financiación y, por la otra, el sector privado no quiere invertir capital dado que la tecnología no ha sido todavía implementada (Frank *et al.*, 1996) y el riesgo asociado a la inversión es muy elevado.

En este contexto de gran incertidumbre, una tecnología que se ha protegido adecuadamente y que se ha validado en una fase precompetitiva o preindustrial, a través de pruebas de

concepto o prototipos, podrá demostrar de una forma más clara su viabilidad comercial a la hora de transferirla al entorno productivo, pues al reducir el nivel de riesgo avanzamos en su valorización, aumentando su atractivo para posibles licenciarios o inversores privados interesados en participar en los beneficios de la explotación de los resultados (tabla 2). Esta búsqueda de financiación y apoyo es clave en el proceso de innovación, en las fases posteriores a la investigación básica y previas a la comercialización (Council for Growth, 2007).

Conceptualmente, podemos entender la valorización como toda acción que se realiza sobre una tecnología, capaz de aportarle valor, de tal forma que resulte más atractiva para su transferencia a la sociedad. En relación con la investigación realizada en el sector público, la Ley Española de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (LCTI 14/2011, de 2 de junio) la define en su artículo 35 como la

puesta en valor del conocimiento obtenido mediante el proceso de investigación, que alcanza todos los procesos que permitan acercar los resultados de investigación financiada con fondos públicos a todos los sectores, con objeto de que los resultados de la investigación promovidos o generados por ella se transfieran a la sociedad.

Tabla I. Technology Readiness Levels (TRLs) o Niveles de Madurez de la Tecnología

TRL	Definición	Entorno	Naturaleza	Actividad
1	Principios básicos observados y reportados			
2	Concepto y/o aplicación tecnológica formulada			Prueba de Concepto
3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica	Laboratorio	Investigación	Investigación industrial
4	Validación de componente y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio			
5	Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante			Prototipo/Demostrador
6	Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante	Simulación	Desarrollo	Desarrollo Tecnológico
7	Demostración de sistema o prototipo en un entorno real			
8	Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones	Real	Innovación	Producto/servicio comercializable Certificaciones y pruebas específicas
9	Sistema probado con éxito en entorno real			Despliegue

Fuente: elaboración propia a partir de Aldecoa (2014) y Mankins (1995).

Dentro del proceso de valorización, de manera general, podemos decir que una prueba de concepto o PoC (*Proof Of Concept*) es una implementación, a menudo resumida o incompleta, de un método o de una idea, realizada con el propósito de verificar que el concepto o teoría en cuestión es susceptible de ser explotada de una manera útil. En otras palabras, podríamos decir que una PoC es una actividad cuyo objetivo es la validación de una teoría, un concepto o una tecnología determinada, en situaciones más cercanas a la realidad que las ensayadas en laboratorios.

Cuando hablamos de prototipos, nos movemos generalmente en el terreno de lo

tangible, haciendo alusión al ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa, y en el campo industrial, a cualquier tipo de máquina en pruebas u objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo. En este concepto podemos englobar también versiones preliminares o “beta” de programas informáticos.

Por su parte, una prueba o experiencia piloto podría definirse como aquella experimentación o ensayo que se realiza con el objetivo de comprobar ciertos aspectos de la tecnología, y cuyos resultados pueden ser interesantes para avanzar con su desarrollo.

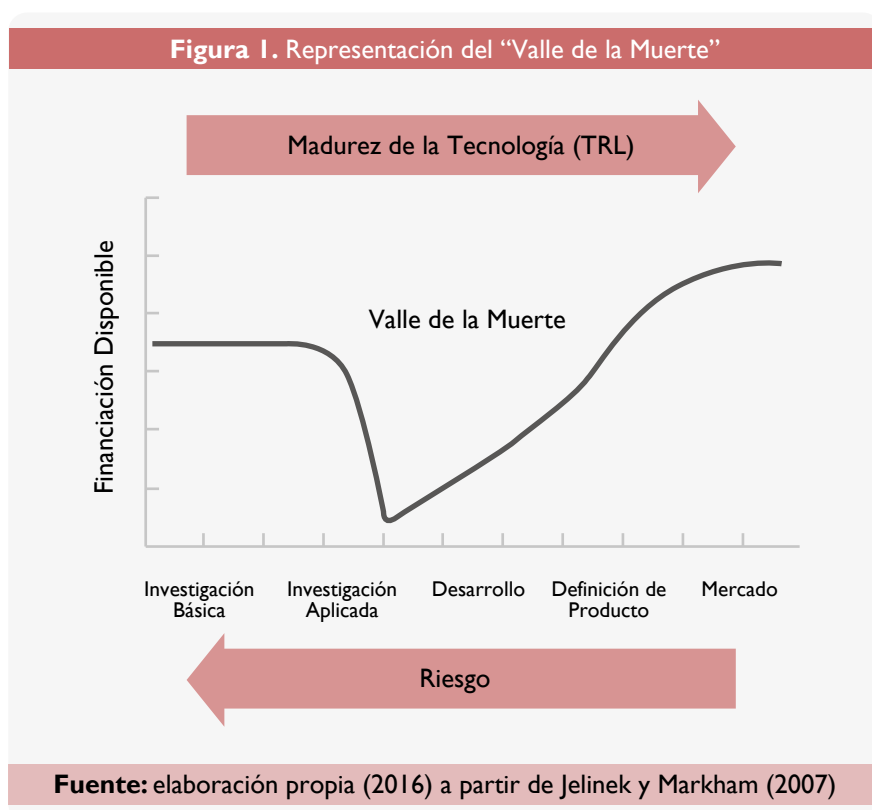


Tabla 2. Instrumentos dirigidos a la valorización de la investigación.

Recomendaciones

- Invertir en plantas piloto y/o demostración
- Asumir costes de desarrollo de la tecnología y/o prototipo
- Realizar exámenes de vigilancia tecnológica
- Contratar servicios de ingeniería
- Realizar estudios de mercado
- Elaborar planes de negocio y financieros

Recomendaciones para el desarrollo de un prototipo comercial, escalado industrial o resolución de cuestiones clave sobre la viabilidad tecnológica y comercial de una tecnología en una fase de maduración incipiente.

Fuente: elaboración propia (2016) a partir de Comella (2006)

Todas estas actividades (pruebas de concepto, prototipos y experiencias piloto) quedarían englobadas en el concepto de desarrollo tecnológico, entendido como la utilización de los

resultados de investigación para la obtención de materiales, dispositivos, procedimientos o servicios nuevos o mejorados, a través de experiencias prácticas o experimentales.

Diversas universidades anglosajonas, fundamentalmente localizadas en Estados Unidos y Reino Unido, fueron pioneras en la creación de programas de valorización a través de PoCs (denominados genéricamente “*Proof of Concept funds*” o “*Gap funds*”), como el *Development Gap Fund* (Medical Research Council Technologies, Reino Unido), el *Technology development accelerator fund* (Harvard University, EEUU) o el *Proof of Concept Fund* (Cambridge Enterprise, University of Cambridge, Reino Unido).

Por otra parte, cada vez es más habitual aplicar el concepto “*Prueba de Concepto*” a la comercialización, principalmente en Estados Unidos y Reino Unido, donde existen diversos Programas de Pruebas de Concepto para resultados generados en los centros de investigación y universidades, que junto con financiación, ofrecen soporte “empresarial”, análisis de mercado, soporte industrial, asesoramiento experto o mentorización. *Commercialisation Fund Proof Of Concept* de Enterprise Ireland, *Innocash* de Genoma España, *Yorkshire Concept (Proof of Commercial Concept Fund)*, *Programa de Valorización (Fondos Prueba de Concepto)* de la Universidad de Barcelona, *QED’s PoC Gap Funds*, *University Challenge Seed Fund* o *Proof of Concept Fund* gestionados por ISIS Innovation Ltd. (Oxford University) son algunos ejemplos de programas que se han puesto en marcha, con aparente éxito, en distintos lugares del mundo (Rubiralta, 2007).

Yendo más allá en esta tendencia, en los últimos años han empezado a aflorar los denominados “*Centros de Pruebas de Concepto*” (Gulbranson, 2008), cuyo fin es acelerar la comercialización de los resultados de investigación llevando las innovaciones de la universidad al mercado, contribuyendo tanto con financiación como con asesoramiento especializado y mentorización, facilitando el intercambio de ideas entre la comunidad investigadora y la industria, y proporcionando recursos, espacios y laboratorios para realizar la parte técnica y científica de las pruebas de concepto. *Babraham Bioincubator* (Reino Unido), *Deshpande Center* (MIT School of Engineering) y *The von Liebig Center* (University

of California San Diego), son ejemplos interesantes de este tipo de entidades facilitadoras.

2. Objetivos

En este trabajo se analiza la experiencia de la OTRI (Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación) de la Universidad de Granada (UGR) en la programación, definición y puesta en marcha de distintas iniciativas orientadas a la realización de prototipos, pruebas de concepto y estudios de viabilidad cuyo propósito es facilitar la transferencia de resultados de investigación hacia los sectores productivos.

Estas iniciativas llevan a cabo evaluaciones adicionales de las invenciones y permiten obtener información muy útil para la promoción tecnológica (demostradores y comparadores) y en muchos casos, servir para la detección de errores *in situ* que se pueden traducir en mejoras del producto.

3. Descripción de la experiencia

3.1. Programas propios para el fomento de las pruebas de concepto

La Universidad de Granada, fundada en 1531, es una institución de educación superior de naturaleza pública y corte generalista, estructurada en 7 vicerrectorados, 22 Facultades, 6 Escuelas Universitarias y 123 departamentos encargados de la docencia y la investigación, desarrollo e innovación.

La transferencia de la Universidad de Granada está gestionada por el Vicerrectorado de Investigación y Transferencia, a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI).

Su Misión es ser una universidad pública, abierta, conectada con su entorno y con vocación

internacional, comprometida con la innovación, el progreso y el bienestar social mediante la mejora continua de la docencia y una investigación de calidad, la extensión y difusión de la cultura y la transferencia del conocimiento.

Su Visión es distinguirse como una Universidad que aprende, con una formación e investigación de calidad reconocida, dinámica e innovadora; una institución abierta al saber, la innovación, la crítica, el debate y la sociedad.

Esta se encarga de detectar y valorizar la I+D para comercializarla a las empresas y entidades de cualquier parte del mundo. Sus actividades se dirigen fundamentalmente a los investigadores, para la puesta en valor de su conocimiento en el entorno socio-económico y a las empresas, creando una relación estratégica con la Universidad para potenciar su organización.

En el entorno cercano, regional (Andalucía) y nacional (España), podemos decir que la Universidad de Granada es pionera en la puesta en marcha de Proyectos de Prototipos y Pruebas de Concepto en el ámbito universitario.

En 2003 la OTRI de la Universidad de Granada pone en marcha el denominado "*Programa Piloto de Transferencia de Resultados de Investigación*", financiado al amparo del Convenio Específico suscrito en 2002 entre la universidad y la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, en el marco del *III Plan Andaluz de Investigación*, cuyo objetivo primordial es promover, a través de las diferentes líneas de actuación contempladas en el mismo, la colaboración Universidad-Empresa en materia de I+D+i.

Partiendo del nivel de excelencia alcanzado por gran parte de los grupos de investigación de la Universidad de Granada y la dilatada experiencia de los mismos en colaborar con empresas e instituciones a través de contratos de investigación, asistencias técnicas, asesoramiento especializado, prestación de servicios altamente cualificados, patentes, etc., este programa piloto planteaba dar un nuevo

impulso a la función de transferencia a través de cinco líneas de ayudas. Entre sus objetivos incluye "fomentar la protección de resultados de investigación, y más concretamente, incrementar la presentación de nuevas patentes y la comercialización de las mismas" (Universidad de Granada, 2003). De esta forma, en ese año la OTRI lanza la primera línea de ayudas para la "*protección y comercialización de resultados de investigación*", que financia la búsqueda de empresas licenciatarias, la fabricación de prototipos y la presentación y promoción de la tecnología patentada en foros especializados.

Con los objetivos descritos, orientados a la transferencia y a la validación de las invenciones generadas en la Universidad de Granada, dentro del marco del denominado "*Programa de Ayudas a la Transferencia de Investigación 2006-2007*" se establece una línea de financiación para prototipos o experiencias piloto, vinculada a la unidad de Propiedad Industrial e Intelectual, y que adicionalmente planteaba entre sus objetivos "acondicionar para su evaluación programas de ordenador u otros resultados de investigación no necesariamente patentables" (Universidad de Granada, 2006b).

Para reforzar este tipo de iniciativas, en 2010 se crea la unidad de Pruebas de Concepto, cuyos fines son: a) el acompañamiento de proyectos con el objetivo de madurar tecnologías incipientes para conseguir introducirlas de forma adecuada en la cadena de valor hacia el sector productivo; b) facilitar la puesta a punto de resultados de investigación, patentados o en fase de protección, mediante la construcción de prototipos o el desarrollo de experiencias piloto; y c) favorecer la comercialización y la evaluación real de las invenciones, facilitando en muchos casos la detección de errores in situ que conduzcan a lograr mejoras del producto.

Esta unidad es la encargada, en coordinación con el resto de unidades de la OTRI y especialmente con la unidad de Propiedad Industrial e Intelectual, de coordinar todos los aspectos relacionados con estas actividades. En concreto,

su actividad se orienta en dos frentes complementarios: a) la gestión de ayudas internas (ya integrada en el Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Granada), y b) la búsqueda de financiación externa.

En el Plan Propio de Investigación y Transferencia para el año 2016, se consideran Proyectos de Desarrollo Tecnológico (Prototipos y Pruebas de Concepto) aquellos proyectos que aborden actuaciones o pruebas posteriores a la obtención de un resultado de investigación que se pretende introducir en el mercado, orientados a validarlos cuando se someten a condiciones reales, o cercanas a una situación real, de operación, estén o no en fase de protección.

Por su parte, el Plan Director de Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Granada tiene como uno de sus objetivos principales “contribuir de forma eficiente a la generación de riqueza desde la UGR mediante la valorización del conocimiento y su traslación al mercado” (Universidad de Granada, 2017), siendo una de sus acciones destacadas la maduración y validación de tecnologías transferibles a través de la realización de pruebas de concepto. Esta acción tiene como finalidad madurar tecnologías con alto potencial de explotación mediante la realización de prototipos y ensayos y en condiciones más cercanas al mercado, para obtener datos que permitan mejorar el soporte de sus patentes; también demostradores o validaciones, con el objetivo de aumentar el potencial de explotación del conocimiento generado en la comunidad universitaria y el incremento de los fondos disponibles para valorización. En la práctica, las tareas a realizar dentro de esta acción comprenden la dinamización de proyectos de prueba de concepto; la búsqueda, difusión y asesoramiento sobre convocatorias de financiación de proyectos de valorización y pruebas de concepto, la preparación de propuestas, la presentación de solicitudes y el seguimiento técnico-económico de los proyectos.

Entre los resultados obtenidos, podemos destacar que en el periodo 2012-2015 se han

realizado un total de 12 experiencias de este tipo con financiación interna (tabla 3), con ayudas concedidas por un valor total de 50.342 euros, siendo las principales partidas financiadas aquellas correspondientes a gastos de subcontratación y servicios externos, materiales fungibles y gastos de desplazamientos para tareas de campo y experimentación. Gracias a estas actividades se incrementaron considerablemente las expresiones de interés en estas tecnologías. Hasta 2016, 5 de estas tecnologías han sido transferidas, una de ellas a una *spin-off* (empresa de base tecnológica) creada por los propios inventores.

Posteriormente, en el curso 2016-2017 se han financiado 7 proyectos de valorización a través del Programa de Proyectos de Desarrollo Tecnológico (prototipos y pruebas de concepto) (Plan Propio de Investigación 2016 y 2017) (tabla 4), por un total de 71.792 euros.

Las propuestas recibidas para esta línea de ayudas son evaluadas bajo los criterios y condiciones recogidos en la tabla 5, destacando como criterios principales el interés del proyecto de cara a la transferencia de conocimiento, la viabilidad de la propuesta, su oportunidad, el retorno esperado, el grado de protección del resultado, la experiencia del grupo de investigación en transferencia y la cofinanciación de la actividad (recursos propios aportados por los equipos de investigación y recursos aportados por empresas y otras entidades colaboradoras).

3.2. Obtención de financiación en programas externos

Al mismo tiempo que se ha dinamizado la realización de estas actividades con recursos propios, se ha realizado un importante esfuerzo acompañando a los investigadores en la preparación de propuestas para convocatorias externas, tanto de carácter generalista como orientadas específicamente a acciones de valorización (tabla 6).

Tabla 3. Prototipos y Pruebas de Concepto financiados con recursos propios en la Universidad de Granada en el periodo 2012-2015 (ayudas a la transferencia).

Proyecto / Prueba de Concepto
Evaluación de la excreción urinaria de una enzima como marcador temprano de daño renal
Preparación farmacéutica de melatonina para el tratamiento y prevención de la mucositis
Valoración de un nuevo inhibidor de la histona en el tratamiento de la leishmaniosis canina: Ensayo preclínico en perros
Desarrollo de materiales de carbón dopados como electro-catalizadores para la reducción de CO ₂ a hidrocarburos
Análisis Computacional y Estadístico de Patrones de Metilación a Través de Secuencias Largas de ADN
Desarrollo y prototipado de sistemas de monitorización de constantes vitales basados en radares de impulsos de banda ultra ancha (IR-UWB)
Dispositivo protector de semillas ante depredadores
Dispositivo confiable para el acceso a servicios web de forma segura desde un dispositivo no confiable
Prototipo avanzado de dispositivo protector de semillas
Dispositivo de mecánica tisular ultrasónica para predicción de parto pretérmino
Diseño y preparación de nanoemulsiones para encapsular un fármaco antiobesidad
Prototipo a escala real de presa inflable: Experimentación de los parámetros de diseño y seguridad, viabilidad de explotación

Fuente: elaboración propia (2016)

En este campo de actuación, fue pionera en España la convocatoria del Programa Innocash, gestionada por la Fundación Genoma España (de carácter estatal y con participación mayoritaria del Ministerio de Ciencia e Innovación MICINN) y cuyo objetivo era identificar,

valorizar y madurar tecnologías y resultados de I+D generados por los Centros Públicos de Investigación, para transferirlos al mercado a través de proyectos de innovación impulsados por inversores de carácter industrial y financiero (Genoma España, 2011).

Tabla 4. Prototipos y Pruebas de Concepto financiados con recursos propios en la Universidad de Granada en el periodo 2016-2017 (ayudas a la transferencia).

Proyecto / Prueba de Concepto
Procedimiento y sistema para enriquecer en CO ₂ el aire de un invernadero.
Validación de un tratamiento tópico para la mucositis orofaríngea de pacientes oncológicos
Nanopartículas metalo-fluorescentes para análisis celulares por citometría de flujo con doble funcionalidad, citometría fluorescente y de masas
Desarrollo de un prototipo para la eliminación de contaminantes emergentes de origen farmacéutico mediante una nueva tecnología basada en hongos extremófilos
Nuevos tipos de biopsias líquidas para el diagnóstico de enfermedades hepáticas, renales y digestivas
Desarrollo de un equipo de diagnóstico portátil y de bajo coste para la detección óptica, in situ y en tiempo real de moléculas de naturaleza antigénica y anticuerpos
Ensayos de eficacia de un agonista de melatonina como inductor del pardeamiento del tejido adiposo blanco y lucha contra la obesidad

Fuente: elaboración propia (2017)

Innocash pretendía identificar proyectos de valorización, entendidos como aquellos altamente innovadores y con un gran potencial comercial, que necesitan financiación para desarrollarse desde la fase precompetitiva hasta la prueba de concepto o prototipo de forma que aumenten su valor y sus posibilidades de transferencia hacia el sector privado. Para ello, se contemplaban cinco etapas en la valorización tecnológica: a) Identificación de resultados y oportunidades tecnológicas, b) Evaluación del potencial de transferencia, c) Protección del conocimiento, d) Valorización (desarrollo tecnológico) y comercialización, y e) Comunicación/Sensibilización.

Esta convocatoria de transferencia inversa de tecnología o transferencia orientada por la

demanda, activa entre 2009 y 2011, permitió en su primera fase (fase de valorización documental) la realización de 9 dossiers tecnológicos para resultados de la Universidad de Granada con un alto potencial. Estos dossiers, realizados por entidades colaboradoras externas, recogían información relevante para el proceso de valorización y transferencia, como grado de novedad, información prospectiva, estado del arte, ventajas de la nueva tecnología, nivel de protección, exploración de mercado y marco normativo. Aunque ninguna de las iniciativas se transfirió al sector productivo en el marco del programa Innocash (fases de escaparate tecnológico y plan de negocio), la información contenida en los dossiers tecnológicos fue determinante para cerrar acuerdos de licencia de 2 de las tecnologías seleccionadas.

Tabla 5. Evaluación de propuestas de Desarrollo Tecnológico (Prototipos y Pruebas de Concepto) en el Plan Propio de Investigación y Transferencia de la UGR.

Criterios Principales de Valoración	Ponderación
• Interés del proyecto de cara a la Transferencia de Conocimiento, basado en resultados de investigación y/o conocimiento generado en la UGR	20%
• Viabilidad de la propuesta	15%
• Oportunidad de la propuesta	15%
• Retorno esperado	10%
• Grado de Protección del Resultado	20%
• Experiencia del Grupo de Investigación en Transferencia de Conocimiento	10%
• Cofinanciación de la actividad	10%
Criterios Secundarios	Ponderación
• Transversalidad de la propuesta	+10%
• Área Deficitaria en Transferencia de Conocimiento	+10%
Umbral de elegibilidad: 6 puntos (sobre 10 posibles)	
Criterio previo de exclusión: no adecuación de la propuesta a los objetivos y condiciones técnicas y económicas de la convocatoria	

Fuente: elaboración propia (2016)

Tabla 6. Principales convocatorias de valorización de tecnologías en España.

Convocatoria	Entidad Gestora
Programa InnoCash	Fundación Genoma España
CaixaImpulse	Fundación La Caixa
Mind the Gap	Fundación Botín
Proyectos de Desarrollo Tecnológico en Salud	Instituto de Salud Carlos III (MINECO)
Estudios de viabilidad de la innovación en Salud	Fundación para la Innovación y la Prospectiva en Salud en España (FIPSE)

Fuente: elaboración propia (2016)

Recientemente, en el curso 2015-2016 se han preparado y presentado 6 propuestas a diversas convocatorias externas, todas en el área de la salud, obteniendo financiación para 3 proyectos de valorización y desarrollo tecnológico, por un total de 98.000 euros.

Uno de estos proyectos, *Protein Crystals in gels*, que plantea el desarrollo de una nueva formulación basada en hidrogeles con aplicación en la industria farmacéutica (figura 2), ha sido financiado en la primera convocatoria del Programa *CaixaImpulse*, que nace con el objetivo de impulsar la transformación del conocimiento científico en empresas del campo de las ciencias de la vida y la salud que generen valor en la sociedad. Además de financiar actividades de validación de la tecnología, este programa proporciona a los investigadores participantes un intenso programa de formación y acompañamiento (Fundación La Caixa, 2015). Adicionalmente, este mismo proyecto obtuvo financiación complementaria a través del *EIT Health*, un consorcio europeo público-privado que promueve una vida saludable, un envejecimiento activo y mejoras en la atención médica

a través de las nuevas tecnologías y eliminando barreras a la innovación.

Ya en 2016, se obtuvo financiación externa para un nuevo proyecto dentro del Programa *CaixaImpulse* 2016. Este proyecto, *CerviScan A preterm birth predictor device* (figura 3), que se pone en marcha mediante la agregación de capacidades de un equipo multidisciplinar; plantea como objetivos la validación de una innovadora tecnología y el desarrollo de un dispositivo de uso médico para la predicción del riesgo de parto pretérmino o prematuro. Esta tecnología daría respuesta a una necesidad evidenciada por la inexistencia de métodos precisos para predecir con la suficiente antelación su ocurrencia, siendo relevante para la resolución de un problema en el ámbito de la de salud, de importancia creciente en todo el mundo.

Por otra parte, basándonos en el paradigma de los modelos de innovación interactivos, como el modelo de enlaces en cadena propuesto por Kline y Rosenberg (1986) o más recientemente los modelos en red o de Quinta Generación (Rothwell, 1994), y entendiendo la necesidad

Figura 2. Proyecto Protein Crystals in gels - Improving formulation and delivery of biopharmaceuticals. Convocatoria CaixaImpulse 2015



Fuente: CaixaImpulse (2016)

Figura 3. CerviScan A preterm birth predictor device. Convocatoria CaixaImpulse 2016



Fuente: CaixaImpulse (2017)

de interacción y trabajo colaborativo entre las distintas entidades de interfaz o EDIs (Castro-Martínez et al., 2008a y 2008b; Fernández de Lucio et al., 2000), que articulan el Sistema Regional de Innovación o sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa, en los últimos años se ha trabajado conjuntamente con otras entidades de interfaz en la búsqueda de financiación y preparación de propuestas para convocatorias de valorización y pruebas de concepto que favorecen o requieren este trabajo de complementariedad de capacidades y recursos.

Así, como ejemplo de esta interrelación, en 2015 se trabajó colaborativamente entre la OTRI de la Universidad de Granada y las EDIs del Sistema Sanitario Público Andaluz (Fundación para la Investigación Biosanitaria de Andalucía Oriental, FIBAO; Fundación Progreso y Salud, FPS) en la preparación de propuestas para la convocatoria de Estudios de viabilidad de la innovación en Salud (FIPSE, 2015) de la Fundación para la Innovación y la Prospectiva en Salud en España (FIPSE). De las 5 propuestas presentadas, 2 obtuvieron financiación comprendiendo tareas como ensayos (pre)clínicos, análisis de aspectos regulatorios, estudio de patentabilidad, análisis de libertad de operaciones, estudio

de mercado, diseño de estrategia comercial y contacto con socios potenciales y *stakeholders*. Esta dinámica de colaboración se ha mantenido en las convocatorias posteriores.

Fruto de esta colaboración se obtuvo financiación para un proyecto relacionado con dispositivos de diagnóstico médico en la convocatoria 2015 de Proyectos de Desarrollo Tecnológico en Salud del Instituto de Salud Carlos III (Acción Estratégica de Salud, Subprograma estatal de generación de conocimiento), por un total de 117.700 euros. Cabe destacar que el desarrollo de esta tecnología ya había sido financiado en etapas previas de desarrollo (diseño de prototipos y primeras validaciones) mediante recursos internos.

Recientemente, una propuesta relacionada con esta misma tecnología, orientada a su desarrollo tecnológico y precomercial, ha sido evaluada y seleccionada dentro del Programa *Mind the Gap* (Fundación Botín, 2016). Esta convocatoria busca apoyar proyectos empresariales de base científico-tecnológica que sean presentados por Instituciones Investigadoras y Empresas, que posean una proyección comercial sólida, medida tanto en análisis de mercado potencial,

como en términos de plan de negocio y equipo de gestión adecuados, pero que requieran ensayos y estudios adicionales que acoten el riesgo hasta niveles aceptables para la industria o el capital, con un apoyo financiero de hasta 500.000 euros en dos años.

A modo de resumen, podemos señalar que en 2017 se ha dinamizado la preparación de 16 propuestas a diferentes programas de financiación externa, como el Programa CaixaImpulse, AES-ISCI-Desarrollo Tecnológico, iBS-INNBIO, entre otros. Así, de manera directa y en colaboración con otros agentes de gestión de conocimiento y socios externos, se ha obtenido financiación externa para 7 proyectos de valoración y desarrollo tecnológico (tabla 7), por un total de financiación movilizada de 764.820 euros.

Fruto de estas iniciativas de dinamización de proyectos de validación y búsqueda de financiación externa, en 2017 se han recibido 7 expresiones de interés de empresas interesadas en estas tecnologías en fase de valoración y desarrollo tecnológico mediante pruebas de concepto. Además, dos de estas tecnologías han servido como base para 2 proyectos empresariales que se han convertido en nuevas *spin-offs*.

3.3 Casos de Éxito

A continuación, se exponen algunos ejemplos de tecnologías generadas en la Universidad de Granada en las que la realización de pruebas de concepto fue determinante en su transferencia de tecnología al sector productivo:

Tabla 7. Proyectos de valoración, desarrollo tecnológico y pruebas de concepto con financiación externa en 2017.

Convocatoria	Proyecto / Prueba de Concepto
2016_FIPSE (Estudios de Viabilidad de las Innovaciones en Salud)	Viabilidad y valoración tecnológica de tejidos artificiales basados en fibrina-agarosa
2016_Programa CaixaImpulse	CerviScan: A preterm birth predictor device
2017_AES_ISCI-DTS	MUS4CT: Mecanotransducción mediante ultrasonidos para la mejora del tratamiento del cáncer
2017_AES_ISCI-DTS	Desarrollo de un kit diagnóstico para cáncer de páncreas basado en la detección de biomarcadores en suero
2017_iBS-INNBIO	Desarrollo de un kit diagnóstico para el cáncer de páncreas basado en la detección de biomarcadores en suero
2017_iBS-INNBIO	Dispositivo de diagnóstico de cáncer de próstata por ondas mecánicas
2016_MindTheGap (Fundación Botín)	<i>Confidencial</i>

Fuente: elaboración propia (2017)

Dispositivo protector de semillas frente a depredadores

Tras una serie de diseños conceptuales de un dispositivo protector de semillas patentado, se realizan y ensayan en campo una serie de prototipos que permiten validar su eficiencia en la protección de semillas frente a ratones y jabalíes, para su uso en reforestación. Además, tras la experiencia piloto se introducen mejoras en el diseño inicial. Actualmente la tecnología está licenciada a una empresa del sector de la forestación (Castro et al., 2015; Castro y Leverkus, 2015).

Composición para el tratamiento de la mucositis

Tras la obtención de resultados no esperados en un estudio previo con ratones para otra indicación terapéutica y un estudio de patentabilidad parcialmente negativo, se planteó el cambio de indicación terapéutica a mucositis, realizándose nuevos ensayos preclínicos in vivo para la obtención de datos que permitieron validar la actividad del compuesto en esta nueva indicación y sirvieron como soporte para la obtención de una patente muy sólida. Actualmente la tecnología está licenciada a una empresa biofarmacéutica y se está llevando a cabo un ensayo clínico en fase II en varios hospitales (Universidad de Granada, 2015; Miugr, 2015).

Vacuna frente a nematodos del ganado

En este caso, como resultado de un proyecto de investigación para el desarrollo de vacunas frente a nematodos parásitos, se seleccionó un péptido que mostraba una alta eficacia en los ensayos de protección realizados con ratones. Tras proteger la invención mediante patente, y tras varios contactos infructuosos con empresas del sector veterinario, se llevó a cabo una prueba de concepto empleando corderos, estabulados en condiciones similares a las empleadas en ganadería, como sujetos experimentales. Los resultados obtenidos fueron decisivos a la hora de licenciar la tecnología a una empresa biotecnológica.

Marcadores de daño renal

Tras presentar una solicitud de patente y promocionar la tecnología en plataformas de innovación abierta se recibieron distintas expresiones de interés. Tras varias conversaciones con empresas interesadas, el *feedback* recibido sirvió de base para realizar nuevos ensayos que respondiesen a las inquietudes que mostraban sobre la viabilidad de los marcadores como producto comercial. Los datos obtenidos fueron suficientes para cerrar un acuerdo de licencia con una de estas empresas.

Sistema de contención de tierras con un menor consumo de acero

Tras solicitar una patente sobre un modelo teórico sobre la distribución del acero empleado en pilotes de contención de tierras, se realizaron varios prototipos para validar el modelo en construcciones a escala 1:1 y obtener datos sobre el consumo real de acero. Los resultados de estos ensayos despertaron el interés de varias empresas nacionales e internacionales, sirvieron como base para crear una *spin-off* y dieron lugar a varios contratos de prestación de servicios.

4. Conclusiones

Los proyectos de valorización, y en concreto la realización de prototipos, pruebas de concepto y experiencias piloto, permiten, con una inversión moderada, incrementar el valor de las tecnologías y conocimientos generados en las universidades, lo que lleva a una mejora en las opciones de licenciamiento y comercialización. Además, estas actividades son a menudo imprescindibles para atraer expresiones de interés en sectores muy competitivos como el médico o el farmacéutico. En este sentido, en ocasiones una prueba de concepto puede ser una actividad crítica en el proceso de transferencia ya que, aunque generalmente no proporciona nuevo conocimiento de valor desde el punto de vista científico, sí aporta datos de

interés a considerar en su posterior desarrollo y comercialización.

Además, estas demostraciones pueden facilitar la búsqueda de financiación complementaria y socios externos para continuar con su desarrollo, al reducir los riesgos en la inversión. En este sentido, contar con una tecnología en un estado más avanzado de desarrollo, con una fase de validación, escalado o prototipado de cierto calado, supone una ventaja competitiva muy importante para posicionarla en los mercados tecnológicos (*marketplaces*) y redes de promoción tecnológica, resultando más atractiva frente a potenciales licenciarios, dado su mayor valor en términos de disminución del riesgo, validez, mayor aplicabilidad y menores plazos (*time-to-market*).

Adicionalmente, estas actividades también permiten descartar resultados por su escasa viabilidad técnica o comercial, lo que redundará en una mejora en la asignación de recursos, tanto para las OTRIs como para los equipos de investigación, que obtienen un valioso *feedback* sobre la aplicabilidad de sus investigaciones.

Como beneficio adicional, presentan una utilidad complementaria ya que a nivel técnico permiten la obtención de datos útiles para la redacción de patentes, añadiendo soporte experimental a la descripción que puede facilitar la justificación

de la actividad inventiva y dar lugar a nuevos modos de realización.

Por otra parte, nuestra experiencia muestra que estas iniciativas ofrecen en ocasiones resultados indirectos derivados con un gran valor, como son el mejor posicionamiento para la obtención de financiación en convocatorias clásicas de proyectos de I+D (lo que redundará a su vez en el desarrollo tecnológico y la validación de las tecnologías) o la creación de *spin-offs* para su explotación comercial.

El principal papel de una OTRI en este proceso no está directamente ligado a la realización de la prueba en sí misma, sino a la labor de dinamización y concienciación de los investigadores sobre la necesidad de avanzar en el desarrollo de sus resultados (a menudo poco atractivo desde el punto de vista académico) y al acompañamiento en la búsqueda de la financiación necesaria, ya sea a través de convocatorias externas, ayudas propias o atrayendo inversores privados interesados en participar en los beneficios de la explotación de los resultados. En cualquier caso, para optimizar las opciones de transferencia, los proyectos de pruebas de concepto deben acompañar a un proceso global de valorización de la tecnología, diseñándose con un objetivo claro y un alcance concreto y no plantearse, necesariamente, tras la solicitud de una patente.

Bibliografía

- Aldecoa, J.M.I. (2014). Niveles de madurez tecnológica: Technology readiness levels: TRLS: una introducción. *Economía industrial*, 393, 165-171. Recuperado <http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>
- CaixaImpulse (2016). *Protein Crystals in gels Improving formulation and delivery of biopharmaceuticals*. Recuperado <http://www.caixaimpulse.com/projects/-/caixaimpulse/project/29688>
- Castro, J., Leverkus, A., & Fuster, F. (2015). A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. *New Forests*, 46, 919–929. <https://doi.org/10.1007/s11056-015-9478-4>
- Castro, J., y Leverkus (2015). El Seed-Shelter: un dispositivo eficaz para sembrar bellotas. *Quercus*, 358, 36-42. Recuperado https://www.researchgate.net/profile/Alex_Leverkus/

publication/299599314_El_seed-shelter_un_dispositivo_eficaz_para_sembrar_bellotas/links/57023eed08ae1408e15f3d16/El-seed-shelter-un-dispositivo-eficaz-para-sembrar-bellotas.pdf

Castro-Martínez, E., Fernández-de-Lucio, I., y Molas-Gallart, J. (2008a). *Interface Structures: knowledge transfer practice in changing environments*. Ingenio Working Paper Series, número 4. Valencia, España: Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (CSIC-UPV).. Recuperado http://www.ingenio.upv.es/sites/default/files/working-paper/interface_structures___knowledge_transfer_practice_in_changing_environments.pdf

Castro-Martínez, E., Fernández-de-Lucio, I., & Molas-Gallart, J. (2008b). Theory and Practice in Knowledge Transfer: The Emergence of Interface Structures. In, B. Laperche (Comp.). *The Genesis of Innovation: Systemic Linkages Between Knowledge and the Market* (cap. 6). Northampton, UK: Edward Elgar Publishing Limited. <https://doi.org/10.4337/9781848442856.00016>

Comella, J. (2006). Los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología. En FECYT, *II Jornadas de I+D+i como factor del desarrollo y competitividad de la Comunidad Valenciana*, Alicante, España. 22 de noviembre de 2006

Council for Growth (2007). *Accelerating technology transfer in Greater Philadelphia. Identifying Opportunities to Connect Universities with Industry for Regional Economic Development*. Philadelphia, USA: CEO Council for Growth. Recovered <http://economyleague.org/uploads/files/742004183130987397-accelerating-technology-transfer-in-greater-philadelphia-report.pdf>

Fernández de Lucio I., et al. (2000). *Una visión crítica de las relaciones universidad- empresa: el papel de las estructuras de interrelación*. Documentos de Trabajo, CSIC-UPV - Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

FIPSE. (2015). *Convocatoria de Estudios de Viabilidad de las Innovaciones en Salud 2015*. Recuperado <https://fipse.es/convocatoria-estudios-de-viabilidad>

Frank, C., Sink, C., Mynatt, L. et al. (1996). Surviving the "Valley of Death": A Comparative Analysis. *Technology Transfer*, 21, 61-69. <https://doi.org/10.1007/BF02220308>

Fundación Botín. (2016). *Programa Mind the Gap, Convocatoria 2016*. Recuperado https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/CIENCIA/MIND%20THE%20GAP/2016okmindthegap.pdf

Fundación La Caixa. (2015). *Convocatoria Programa CaixaImpulse 2015*. Recuperado <https://obrasociallacaixa.org/es/investigacion-y-salud/innovacion-transferencia-tecnologica/caixa-impulse>

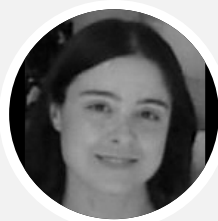
Fundación La Caixa. (2016). *Convocatoria Programa CaixaImpulse 2016*. Recuperado <https://obrasociallacaixa.org/es/investigacion-y-salud/innovacion-transferencia-tecnologica/caixa-impulse>

Genoma España. (2011). *Convocatoria de Ayudas para el Programa Innocash 2011, Fase de Valorización*. Recuperado http://www.udl.cat/export/sites/universitat-illeida/ca/recerca/oficina/galleries/docs/newsletter/documents/Innocash_2011.pdf

Gulbranson, C. A., & Audretsch, D. (2008). Proof of Concept Centers: Accelerating the Commercialization of University Innovation. *The Journal of Technology Transfer* 33(3), 249-258. <https://doi.org/10.1007/s10961-008-9086-y>

- Jelinek, M., & Markham, S. (2007). Industry-University IP Relations: Integrating Perspectives and Policy Solutions. *IEEE Transactions On Engineering Management*, 54(2), 257-267. <https://doi.org/10.1109/TEM.2007.893988>
- Kline, S., y Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. In, R. Landau & N. Rosenberg (Eds.). *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (pp. 275–305). Washington, D.C., USA: National Academy Press.
- Ley Española 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de junio de 2011, num. 131, pp. 54387- 54455. Recuperado <https://www.boe.es/boe/dias/2011/06/02/pdfs/BOE-A-2011-9617.pdf>
- Mankins, J. C. (1995, April). Technology readiness levels. *White Paper*, (6). Recuperado <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>
- Miugr. (2015). Un ensayo clínico evaluará un fármaco contra la mucositis patentado en la UGR. *Ideal*. 18 de noviembre de 2015, disponible en: <http://www.ideal.es/miugr/201511/18/ensayo-clinico-evaluara-farmaco-20151118120206.html>
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth□generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 11(1), 7-31. <http://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Rubiralta, M. (2007). La transferencia de la I+D académica en España, principal reto para la innovación. *Revista Economía Industrial*, (366), 27-41. Recuperado <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00948.pdf>
- Universidad de Granada. (2003). Programa Piloto de Transferencia de Resultados de Investigación (Aprobado en Consejo de Gobierno de 12 de marzo de 2003). *Boletín Oficial de la Universidad de Granada*, (4), enero-abril 2003, 26-28. Recuperado en: https://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/anteriores/bougr4/125_4/%21
- Universidad de Granada. (2006a). *Plan Estratégico de la Universidad de Granada 2006-2010*. Granada, España: Editorial Universidad de Granada.
- Universidad de Granada. (2006b). *Programa de Ayudas a la Transferencia de Investigación 2006-2007*. Granada, España: OTRI Universidad de Granada.
- Universidad de Granada (2015/18/11). *Arranca un ensayo clínico en Cataluña para evaluar un fármaco contra la mucositis patentado en la Universidad de Granada*. Recuperado http://secretariageneral.ugr.es/pages/tablon/*/noticias-canal-ugr/arranca-un-ensayo-clinico-en-cataluna-para-evaluar-un-farmaco-contra-la-mucositis-patentado-en-la-universidad-de-granada
- Universidad de Granada. (2017). *Plan Director de Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Granada*. Granada, España: OTRI Universidad de Granada.

Acerca de los autores



REBECA FERNÁNDEZ SÁNCHEZ

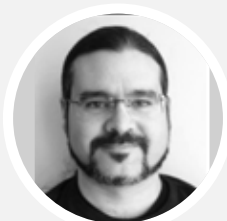
Licenciada (MSc) en Ciencias Ambientales, Universidad de Granada; Máster en Gestión de la Ciencia y la Innovación, Universidad Politécnica de Valencia; Máster en Sistemas de Calidad ISO 9000 y EFQM, Sistemas de Gestión de la I+D+I, Dirección de Proyectos de I+D+I y Sistemas de Vigilancia Tecnológica, UNED.

Inició su carrera profesional en transferencia de conocimiento en 2007, como técnico en las OTRIs de las Universidades de Huelva y Jaén, donde fue responsable de la gestión de propiedad industrial e intelectual y proyectos colaborativos. En 2010 pasó a la OTRI de la Universidad de Granada, donde es responsable de la gestión de proyectos de I+D colaborativos con empresas y otras entidades, campo en el que tiene una amplia experiencia y capacitación profesional, cubriendo todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde la fase de planificación hasta su cierre. También se ocupa de la dinamización y gestión de proyectos de valorización y desarrollo tecnológico, incluyendo prototipos y pruebas de concepto. Además, tiene experiencia profesional en investigación, comunicación de la ciencia y divulgación científica.

Es miembro de la asociación profesional española RedTransfer y la asociación ROA-Red OTRI Andalucía, donde participa en el grupo de trabajo de patentes y es coordinadora del grupo de trabajo de Proyectos Colaborativos. En el ámbito de la transferencia y la gestión de la innovación, ha participado como organizadora y ponente en numerosas jornadas, cursos, seminarios y actividades de dinamización y capacitación profesional.

Ver perfil:

<https://www.linkedin.com/in/rebecafs>



JUAN A. MUÑOZ ORELLANA

Master en Matemáticas y Diplomado en Estadística, Universidad de Granada. Acreditado como Agente de la Propiedad Industrial por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

Comenzó su carrera profesional en transferencia de conocimiento en 2003 en la OTRI de la Universidad de Granada, donde es responsable de gestionar los derechos de propiedad industrial e intelectual (IP) asociados a la actividad investigadora, negociar acuerdos de transferencia y realizar tareas de valorización de I+D dinamizando y promoviendo proyectos de desarrollo tecnológico, incluidos prototipos y pruebas de concepto. También tiene experiencia en gestión de proyectos, promoción tecnológica y apoyo a la creación de spin-offs. Es miembro de las asociaciones profesionales LES España-Portugal y RedTransfer. Participa en

los grupos de trabajo sobre patentes tanto en RedOTRI Andalucía como en RedOTRI de Universidades Españolas. En esta misma red perteneció, entre 2006 y 2012, a OTRIEscuela, grupo de trabajo en el que colaboró en el desarrollo de planes de formación para profesionales de transferencia y participó como profesor y coordinador en distintos cursos. Ha impartido numerosas conferencias, cursos y seminarios en materia de patentes, valorización y gestión del conocimiento. Actualmente imparte docencia sobre transferencia de conocimiento en varios grados, másteres, cursos y diplomas universitarios.

Ver perfil:

<https://www.linkedin.com/in/jamorellana/>

¿Cómo citar este artículo? / How to quote this article?

Fernández-Sánchez, R. Muñoz-Orellana, J.A. (2018). Las pruebas de concepto como herramienta en la valorización y transferencia de conocimiento. En, T. Luque-Martínez, C. Garrido-Noguera y Doña-Toledo, L. (Coord.) *Ecosistemas de innovación y Vinculación Unión Europea-Latinoamérica* (pp. 193-212). Ciudad de México, México: REDUE ALCUE, UDUAL. [DOI: <https://doi.org/10.26784/sbir.v2i1.20>].

VOLVER AL ÍNDICE >>