

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)
DIRECCIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA: INGENIO (CSIC-UPV)

PROGRAMA
DINA-ITC

TEMA 27



Valorización socioeconómica del conocimiento científico

Autor:
Fernando Conesa Cegarra

ÍNDICE

Breve presentación del autor.....	01
Presentación del tema y objetivos de aprendizaje.....	02
1 Antecedentes. Conceptos y componentes de la valorización.....	02
2 Estrategias de ITC.....	07
3. Valorización de capacidades.....	10
4. Valorización de resultados de investigación.....	12
5. El proceso de validación técnica: la escala TRL.....	17
Textos de ampliación.....	22
Bibliografía y webs de Consulta.....	23

Breve presentación del autor

El **Dr. Fernando Conesa** es Director del Servicio de Promoción y Apoyo a la Investigación, Innovación y Transferencia (I2T) de la Universitat Politècnica de València. Su formación es en ingeniería de alimentos y tiene un doctorado en sistemas de innovación y varias publicaciones en relación con las oficinas de transferencia de tecnología. Ha desarrollado la mayor parte de su carrera profesional como gestor de transferencia de conocimiento en la UPV. Desde 2017 cuenta con la certificación RTTP expedida por la Alliance of Technology Transfer Professionals.

Ha dirigido el desarrollo de la cartera tecnológica de la UPV, la promoción y la participación de los investigadores de la UPV en los programas europeos entre otros y los servicios de soporte de la investigación colaborativa y bajo contrato de la UPV. Igualmente, ha desarrollado el programa de prueba de concepto de la UPV y su programa de spin-off. Ha liderado la iniciativa UPV INNOVACIÓN de colaboración entre los servicios UPV de relaciones con empresas y Estructuras de Investigación para el desarrollo de relaciones corporativas.

Ha sido Coordinador de la RedOTRI de Universidades Españolas (2004-05) y responsable de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento de las Universidades Españolas (2007-2017) y el programa de formación de valorización RedOTRI (2007-2012). Ha sido miembro del Consejo de Dirección de la asociación Proton Europe y responsable de su Comité de Indicadores (2003-2007). Es miembro de la Asociación Americana de University Technology Managers (AUTM) y la Asociación Europea de Ciencia y Tecnología Profesionales (ASTP). En 2013 fundó la Asociación Española de TechTransfer, Innovación y administradores de investigaciones (RedTransfer), siendo su Presidente desde entonces hasta marzo de 2018.

Presentación del tema y objetivos de aprendizaje

Todavía es pequeña la conciencia de la distancia que existe entre que una investigación termina con un resultado prometedor y tal resultado aparece de alguna forma incorporado en un producto o en una solución a un problema. De alguna manera ahí se entiende que hay un proceso de agregación de valor al resultado y que eso es la valorización. El presente tema, dirigido principalmente a investigadores, desbroza el proceso señalando los principales pasos de que consta. El aprendizaje que se pretende es la toma en consideración de las etapas y componentes que tiene el proceso y proporcionar criterios para adoptar estrategias de transferencia según la situación. Señalando los aspectos no técnicos de la valorización, es también objetivo del aprendizaje la conveniencia de que la valorización en los entornos académicos sea una colaboración entre personal investigador y personal de transferencia.

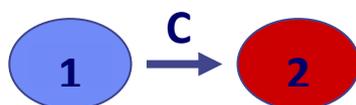
1 Antecedentes. Conceptos y componentes de la valorización

El diccionario de la Real Academia Española define término “valorización” como la *acción para y el efecto de aumentar el valor de algo*. Asociado a la investigación, la valorización aparece en Francia con la creación en 1968 de la Agence Nationale de la Valorisation de la Recherche, ANVAR, instancia fundamental para la innovación tecnológica en el país galo en el último cuarto del siglo XX. En España este término comienza a utilizarse con la creación a mitad de los años 80 de la Oficina de Valorización y Transferencia de Tecnología del CSIC. De este modo, se vincula el significado de “valorización” con el de “transferencia de tecnología”, que era el referente en el entorno anglosajón para designar el acceso y la utilización económica por empresas de la tecnología generada por terceros.

Otros términos tales como “difusión/transmisión”, “comercialización/explotación”, “intercambio” o “cooperación/colaboración/co-creación” referidos a los conocimientos generados en la investigación se encuentran en el mismo entorno semántico. Y es que el fenómeno de la innovación-la I+D+i que dirían algunos- en el que se enmarcan todos ellos, es complejo y amplio, dándose en el mismo muchos subprocesos y actividades.

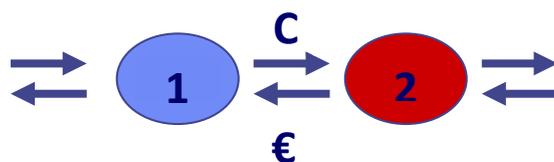
Dos son los modos habituales de uso del conocimiento a que da lugar la investigación pública. Por un lado, la **transmisión** del conocimiento generado, que refiere a la comunicación del mismo por un emisor a diversos receptores y por diferentes me-

canismos. Como se muestra en la figura, en la transmisión el flujo es **unidireccional**, de emisor a receptor.



La formación de estudiantes, la publicación en revistas científicas, la comunicación en reuniones de investigadores o la divulgación en los medios, más o menos especializados, son vías por las que se transmite el conocimiento.

La **transferencia** es el segundo modo en que puede utilizarse el conocimiento generado en la actividad investigadora universitaria. La transferencia se da cuando el uso del conocimiento tiene un fin primordialmente económico y se incorpora a una cadena de valor en la que hay otros muchos eslabones que van desde la identificación de los temas de investigación hasta la compra por el usuario final del producto que incorpora el conocimiento generado.



Por ello, en la transferencia existen flujos en los dos sentidos entre el emisor y el receptor. En muchos casos un flujo será de conocimiento y el otro de dinero, siendo simplemente una transacción económica a modo de compra-venta. Pero también es frecuente que se intercambie conocimiento en ambas direcciones o que, incluso, haya aportaciones económicas en ambos lados del proceso de transferencia. Es por ello que algunos han comenzado a hablar de *intercambio de conocimiento (Knowledge Exchange)*, más que de transferencia.

En la transferencia, el conocimiento suele entregarse a empresas que elaboran productos o prestan servicios a partir del mismo. Pero también otro tipo de entidades pueden ser receptoras del conocimiento en el proceso de transferencia. Así, es frecuente que las administraciones públicas, los hospitales, o incluso asociaciones sin fines lucrativos adquieran conocimiento para el que es preciso una labor de investigación de mayor o menor profundidad.

Una mirada con mayor profundidad a la figura mostrada que representa la transferencia entre emisor y receptor pone de manifiesto que ese proceso contiene diversas tareas. Al contrario de lo que sucede en la transmisión de conocimiento, la transferencia, es decir, la comunicación de los resultados de investigación para ser incorporados en una cadena de valor, requiere dotar a ese conocimiento de unos atributos que convengan al receptor de que merece la pena pagar por disponer del mismo. Esos atributos comprenden, entre

otros, la protección jurídica, la evaluación del potencial comercial, la definición de las condiciones de acceso o la actuación para hacer llegar el conocimiento al receptor que mejor pueda aprovecharlo. Es entonces cuando comenzamos a hablar de **valorización**.



La valorización consiste, pues, en la aportación de valor a las capacidades y los resultados de investigación susceptibles de uso económico o social, con el propósito de que resulten de interés a empresas u otro tipo de entidades y, consecuentemente, les lleve a aprovecharlos o a adquirirlos. Los elementos que proporcionan valor a los resultados de la investigación no son siempre los mismos. No obstante, suelen ser habituales los siguientes:

- La identificación de un modo de explotación económica de los resultados que represente ventajas competitivas en un determinado mercado y que generen beneficios empresariales o sociales.
- La protección del conocimiento por alguna vía que permita disponer de condiciones de exclusividad a quien lo explote, de modo que pueda acometer las inversiones que aún se precisan con un cierto nivel de garantía para su retorno.
- La valoración –no confundir con valorización- del precio u otras condiciones económicas que se puede plantear en compensación por los derechos de explotación que se concedan.
- La acción de promoción que permita hacer llegar y dar a conocer las capacidades y resultados de investigación a las personas y organizaciones que puedan mostrar interés por la explotación económica o social.
- Las pruebas, demostraciones o estudios adicionales que validen técnicamente el interés que presentan los resultados de para su explotación económica en condiciones reales y no de laboratorio. En algunos casos esta actividad también se la denomina “prueba de concepto”. Más recientemente, se ha introducido la escala TRL (Technology Readiness Level) para caracterizar los pasos de desarrollo o maduración de una determinada tecnología, desde sus fases iniciales de investigación hasta la primera introducción en el mercado.

Tras la valorización viene la transferencia del conocimiento o la tecnología, a través de la cual se transfieren mediante contrato derechos sobre el conocimiento con mayor o menor limitación y exclusividad. La transferencia es, técnicamente, un acto jurídico, pero conlleva relación e intercambio de información técnica y también genera una relación económica en el contexto de un determinado mercado o cadena de valor. Por la naturaleza inmaterial del bien que se transfiere la relación precisa mucho de confianza y buena fe entre las partes.

Las actividades de estudio y de investigación generan enormes stocks de conocimiento en los centros de I+D y universidades. La generación propia, los equipamientos científicos y la disponibilidad casi ilimitada de acceso a literatura científica en todo tipo de soporte conforman un océano de conocimiento manejable por personal cualificado y por personal en formación. Parte importante de dicho conocimiento es aprovechable social o económicamente mediante su transferencia a las instancias apropiadas. Desde el punto de vista de la forma de transferencia a utilizar podemos diferenciar dos tipos de conocimiento:

- **Capacidades transferibles.** Refiere al conocimiento y los recursos, propietarios o adquiridos, útiles y aplicables por quien los dispone (el centro de I+D) en la satisfacción de demandas sociales/económicas. Las capacidades pueden transferirse mediante diversos mecanismos:
 - a. Actividades de I+D, si es preciso experimentar, optimizar o desarrollar para poder contrastar una hipótesis o para obtener un producto o un proceso nuevo o sensiblemente mejorado. El contrato de transferencia define los derechos de propiedad y explotación de los resultados.
 - b. Apoyo técnico, si se trata de aplicar el estado del arte al análisis y/o resolución de un problema que requiere de las capacidades o los medios de investigadores del centro de i+d. No suele generarse conocimiento nuevo sujeto a derechos de propiedad o explotación. El contrato de transferencia regula simplemente el servicio de consultoría o apoyo técnico que se presta.
 - c. Servicios, normalmente ligados al uso de equipamiento o instalaciones especializadas para realizar determinados ensayos o análisis muy especializados. Normalmente, para su regulación, no se requiere del clausulado habitual en los contratos (propiedad y explotación de conocimiento nuevo, fraccionamiento de pagos, confidencialidad...), sino que es suficiente con la formalización de un pedido.
 - d. Movilidad de personal. Esta vía es muy dependiente de la rigidez del mercado laboral, en particular, cuando afecta a trabajadores públicos (funcionarios o contratados). Está relacionada con estancias temporales de investigadores en empresas o de personal de empresa en la universidad.

Ciertamente, las capacidades están fuertemente ligadas a los recursos humanos y al conocimiento que tienen. En los casos de consultoría pueden estar asociadas a una determinada persona, pero cuando se transfieren a través de actividades de I+D, las capacidades se asocian más bien a la unidad de investigación, bien sea un pequeño grupo o un centro de I+D, en la que concurren personal investigador y de apoyo, recursos materiales (instalaciones, equipamiento) y resortes organizativos para ordenar los recursos y su gestión.

- **Resultados transferibles.** Refiere a aquel conocimiento propietario del centro de I+D, útil y adquirible por la empresa para su aprovechamiento en su actividad económica. Los resultados pueden ser de diferente naturaleza. Una buena parte de los resultados

de I+D son invenciones, que pueden ser protegidas mediante patente. En otros casos pueden ser organismos modificados genéticamente o nuevas variedades vegetales, cuya protección conlleva el depósito de dichos materiales biológicos en algún organismo público. Los programas de ordenador o la información dispuesta en bases de datos son otra categoría de resultados, cuya protección se inscribe en los derechos de copia. El know-how comprende resultados de diverso tipo, cuya protección se realiza a través de secreto. Al igual que las capacidades, los resultados tienen determinadas vías de transferencia, diferentes de las citadas anteriormente:

- a. Licencia. Consiste en un permiso sobre los resultados con mayor o menor limitación en cuanto a objeto del permiso, exclusividad, duración, territorio u otros aspectos. El contrato de transferencia regula también las contraprestaciones económicas o de otro tipo y los sistemas de seguimiento y control, así como las responsabilidades sobre la protección en caso de utilizar patentes u otras vías de protección jurídica.
- b. Cesión. Conlleva la transmisión de todos los derechos patrimoniales. Es, por tanto, una venta que afecta a la titularidad de los derechos de patente o de otro tipo que estén bajo algún sistema público de registro.

Cuadro 1. Ejemplos de capacidades y de resultados

<p>CAPACIDADES</p> <ul style="list-style-type: none">• Determinación de compatibilidad electromagnética• Modelización de cuencas hidrográficas• Diseño de redes de sensores inalámbricos• Diseño de biosensores• Elaboración de políticas de I+D <p>RESULTADOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Sensor óptico de longitud• Catalizador para la oxidación de alcanos• Tomate transgénico resistente a la salinidad• Procedimiento de incorporación de nutraceuticos en alimentos porosos• Funcionalización de policarbonatos con marcadores de insulina

Capacidades y resultados constituyen los tipos de conocimiento transferibles de los centros de investigación. En proporción, las capacidades representan un volumen de conocimiento mucho mayor al de los resultados y, por tanto, es razonable que la mayor parte de la transferencia en un centro de I+D esté relacionada con capacidades y no con resultados. Una transferencia basada en capacidades tiene una mayor orientación a la demanda de conocimiento. Por el contrario, una transferencia de resultados es un buen signo de aprovechamiento de la investigación pública, suele ser más disruptiva y, por ello, permite mejoras en productos y procesos de mayor valor económico.

La valorización, bien sea de capacidades o de resultados, es un proceso típico de gestión de conocimiento. Contiene las etapas habituales de captura, transformación (con mayor o menor nivel de incidencia) y publicación (acceso) y en el mismo juega un papel principal la unidad de transferencia. Sin embargo, las tareas concretas con las que se aborda en ambos casos presentan diferencias importantes.

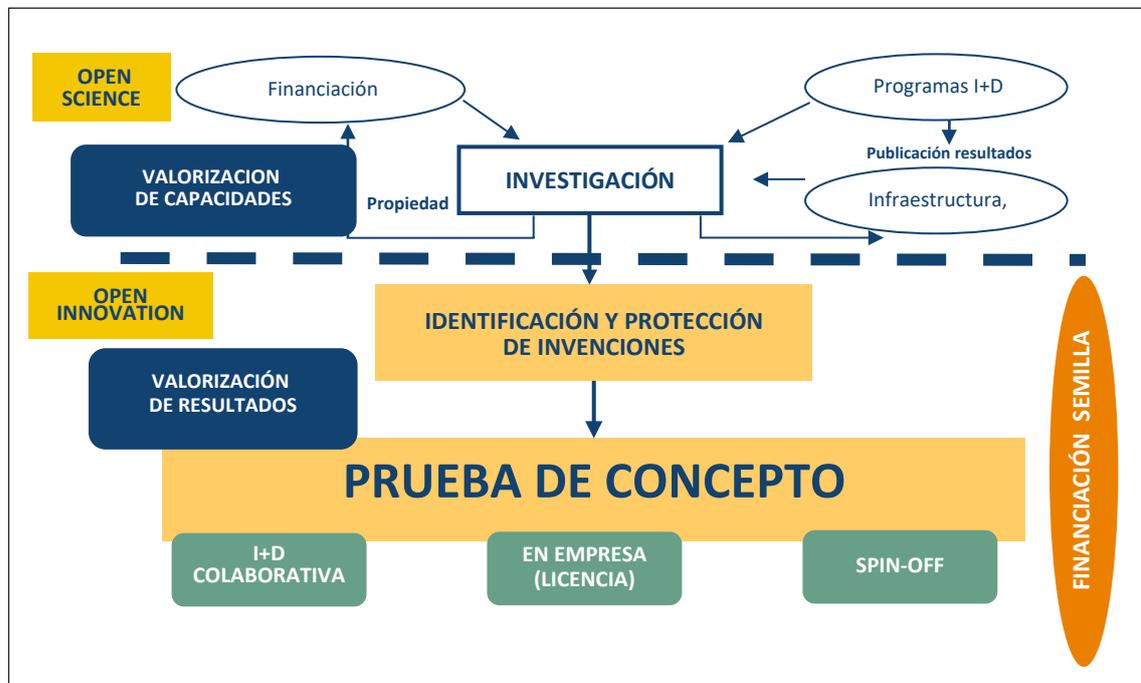
2 Estrategias de ITC

La valorización es una actividad técnica de gestión. La desempeña personal profesionalizado, de forma similar a otros puestos de gestión. Sin embargo, para poder desplegarse con toda su capacidad necesita, además de buenos profesionales, voluntad política de la dirección de la organización. No resulta esto trivial en el contexto de los centros públicos de investigación y universidades, pues la necesidad de valorizar y transferir el conocimiento responde a una nueva misión de las universidades y la investigación pública, la cual necesita tiempo para calar en la cultura colectiva de estas instituciones y en la mentalidad de sus dirigentes y de los responsables públicos.

La función transferencia plantea la necesidad de adoptar una actitud de participación activa en el sistema de innovación. La valorización y transferencia de las capacidades plantea un primer nivel de compromiso en la facilitación del acceso a dichas capacidades por el entorno socioeconómico. La valorización y transferencia de los resultados supone un paso más en ese compromiso, al asumir más responsabilidad en hacer llegar a la sociedad en forma de innovaciones los resultados de la investigación pública. Sobre el modelo de innovación propuesto para la función de transferencia de conocimiento¹, la valorización de los resultados implica traspasar la línea que separa un funcionamiento en modo Open Science a un modo de Open Innovation, esquematizado en el Cuadro 2.

1 Giles Capart, Valencia Proton Conference 2003.

Cuadro 2. Valorización de capacidades y resultados en la función transferencia



El primero de los modos se inscribe en la concepción de **Open Science** (ciencia abierta), donde los recursos de I+D movilizados pueden provenir de la financiación privada para realizar actividades de investigación o de apoyo técnico, que satisfacen las demandas de conocimiento de las empresas y otras entidades. En este caso los objetivos son planteados por el contratante que paga por los servicios demandados y, en la mayoría de los casos, obtiene la propiedad de los resultados. Estaríamos ante la primera de las rutas de transferencia que podría denominarse **I+D+i contratada**, donde podríamos incluir tanto las demandas de actividades de I+D propiamente dichas como otras actividades de apoyo técnico (consultoría, servicios de laboratorio, etc.). Esta vía es en la que mejor se encuadraría la **transferencia de capacidades** (para ser más exactos, explotación de capacidades).

Por otro lado, dentro de la concepción de Open Science se suele incluir también la actividad de investigación pública bajo la que se movilizan las capacidades de I+D mediante financiación de origen público (proyectos, infraestructura, etc.) para generar conocimientos que se difunden abiertamente a través de publicaciones y otras actividades de divulgación como jornadas, congresos, etc.

Tanto en el caso de financiación pública y difusión abierta, en el que no existiría transferencia de conocimiento, como en el caso de financiación privada, donde los derechos sobre el conocimiento generado son transferidos a cambio de una contraprestación, se produce una movilización de las capacidades del centro público de investigación.

El segundo de los modos en que se puede abordar la transferencia de conocimiento se podría encuadrar bajo las ideas de lo que se denomina **Open Innovation** (innovación abierta). Esta concepción pasa por asumir un papel proactivo en el impulso de la valorización de los resultados de investigación, en muchos casos fruto de la investigación financiada con fondos públicos, hasta convertirse en innovaciones. Cruzar la línea que separa Open Science de Open Innovation significa, en el caso de las universidades, un cambio estratégico e incluso cultural de gran calado. En definitiva se corresponde con el logro de una situación de madurez en el cumplimiento de la llamada Tercera Misión de la universidad.

El requisito esencial para realizar una transferencia de conocimiento en un marco de Open Innovation es la adecuada gestión de la propiedad intelectual e industrial. Esto significa acometer un proceso riguroso de identificación de resultados transferibles y su protección con la atención puesta en la concepción de su uso, la aplicación y su explotación económica. Esto es, convertir los descubrimientos fruto de la investigación en **invenciones**.

Ciertamente, una invención todavía no es una innovación, incluso puede estar muy lejos aún de serlo, y no significa transferencia de conocimiento. Básicamente, son tres las rutas o estrategias de transferencia de conocimiento que pueden tomar las invenciones hasta convertirse en innovaciones. Es habitual que, en cualquiera de ellas, haya que pasar por una etapa de **prueba de concepto**, es decir, de una validación de que dicha invención tiene interés en condiciones de mercado o de uso social. Se trata de una validación técnica por los condicionantes introducidos por un cambio de escala, por requerimientos normativos o de usabilidad. La prueba de concepto puede no centrarse en el núcleo del conocimiento que se ha generado sino a aspectos accesorios a éste. La identificación de la prueba de concepto a realizar a una invención no es trivial y en cada situación puede tomar una orientación diferente.

En el contexto de Open Innovation la ruta de transferencia más habitual en las universidades suele ser la **I+D colaborativa**. En este caso el centro de investigación busca un socio empresarial dispuesto a colaborar en la prueba de concepto a cambio de adquirir parte de los derechos de explotación sobre la invención. Los objetivos son comunes, las aportaciones se realizan por ambas partes, suele haber colaboración en el plan de trabajo y los resultados son compartidos. Es frecuente que haya ayudas públicas apoyando esta ruta de transferencia. Aquí podríamos encuadrar buena parte de los proyectos de los programas marco de la UE o los Proyectos de Colaboración Público-Privada del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. En esta ruta basada en la colaboración con la empresa se combinan la licencia de los resultados previos de investigación con la explotación de las capacidades de los investigadores.

En algunos de los casos de colaboración, fundamentalmente con grandes empresas, es posible que la prueba de concepto sobre la invención la realice directamente la empresa. Estaríamos ante otra de las rutas de transferencia, concretamente la de **licencia de tecnología**. En esta ocasión, los derechos de explotación sobre la invención son transferidos a la empresa. Ésta se hace cargo de las pruebas o desarrollos que todavía resultan precisos

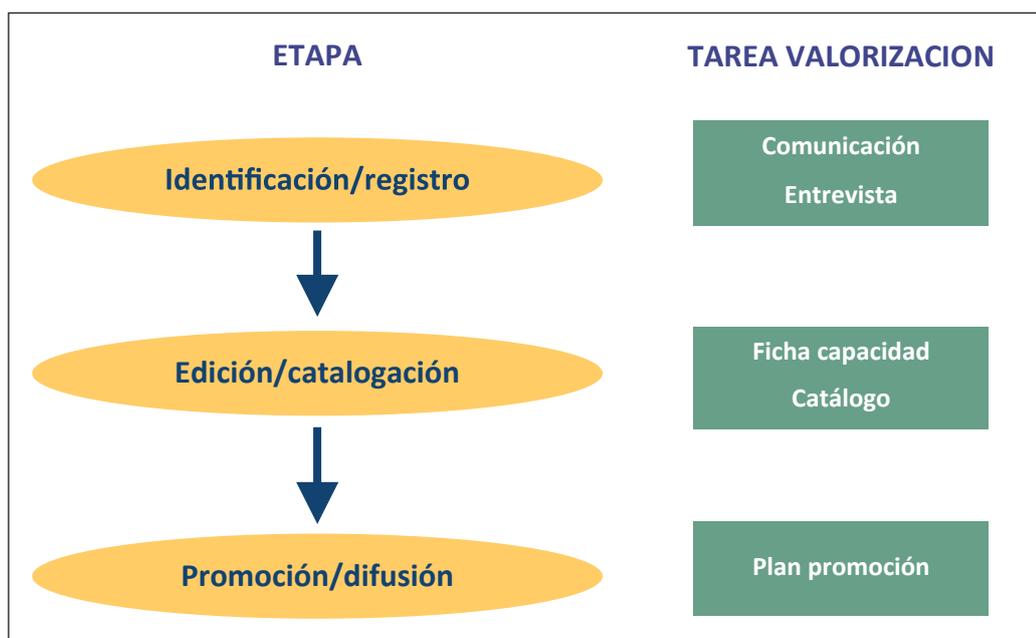
y para los cuales puede necesitar ciertos recursos de los que el centro de investigación no dispone. En muchos de los casos se precisa de la asistencia o asesoramiento por parte de los investigadores para acometer esta etapa. Como ejemplos se pueden citar las diferentes fases de los ensayos clínicos en el caso de fármacos o el caso de síntesis y procesos de fabricación de materiales de la industria química).

Por último, la ruta de transferencia **spin-off** es aquella en la que los investigadores se implican en todo el proceso de innovación llegando a crear una empresa para la explotación de la invención. Esta ruta es, sin duda, la más efectiva puesto que junto a la transferencia de los resultados se produce una transferencia de las capacidades de los investigadores implicados. Es importante señalar que en determinadas situaciones la creación de spin-off es la única vía de valorización, cuando no se encuentra a una empresa con interés y capacidad para explotar la tecnología. No obstante, hemos de añadir que se trata de la ruta más compleja, pues entraña no sólo la explotación de una tecnología sino la definición y puesta en marcha de un proyecto empresarial.

3 Valorización de capacidades

La valorización sistemática de las capacidades transferibles puede estructurarse en varias etapas, en cada una de las cuales la unidad de transferencia lleva a cabo determinadas tareas.

Cuadro 3. Etapas y tareas en la valorización de capacidades transferibles



a) Identificación y registro

En esta etapa se explicita el conocimiento en relación con sus posibles aplicaciones por terceros en procesos de innovación. Junto con la formulación del conocimiento transferible es importante la identificación de las personas clave y demás recursos humanos y materiales de que dispone la unidad de investigación y que permiten transferir la capacidad mediante actividades de I+D o de otro tipo.

La actividad investigadora habitual no genera esta información de forma natural. Los formatos habituales suelen ser otros: proyectos, currícula, artículos, posters, informes, memorias. La información sobre capacidades puede llegar a obtenerse partiendo del contenido de dichos documentos, pero tiene un formato y lenguaje propios que habrá que elaborar.

b) Edición y catalogación

En esta etapa la información obtenida previamente es tratada para que pueda ser utilizada posteriormente de manera eficaz. El uso que se pretende es que una persona en una entidad que pueda aprovechar el conocimiento que se pretende transferir pueda encontrarlo, entenderlo y descubrir en el mismo una oportunidad para sus intereses en innovación, de modo que le lleve a interesarse por acceder a la capacidad.

Se trata, por tanto, de construir una información con objetivo comercial a partir de una información básicamente técnica. La interacción entre la unidad de transferencia y la unidad de investigación suele ser imprescindible para conseguir una ficha que muestre información que sea a la vez correcta e interesante para un potencial cliente.

Junto con la elaboración de una *ficha de capacidad* con la información y estilo planteados, esta etapa comprende una tarea de *catalogación*. Consiste en dotar a la información sobre la capacidad de algunos atributos que faciliten su clasificación y su recuperación a través de un buscador o un sistema de consulta de base de datos. Algunos de estos atributos son las palabras clave, la clasificación sectorial o tecnológica o la vinculación a actuaciones previas en las que ha sido transferida la misma capacidad.

c) Promoción y difusión

Como se ha indicado anteriormente, la captura y registro de la información de capacidades, su edición y catalogación tienen como objeto generar un producto de comunicación para que sea conocido por quien pueda tener interés en aprovecharla. Por tanto, la promoción y difusión constituye otro aporte de valor al conocimiento potencialmente transferible y una tercera etapa en el proceso de valorización.

Un buen instrumento para organizar la promoción y difusión es la elaboración de un Plan de Promoción, bien sea a nivel de la unidad de I+D o de la universidad. Suele ser en el marco de este de nivel organizativo que se aborda la actividad de promoción. Este plan, en congruencia con el resto de la estrategia de la organización, define los objetivos de comunicación, segmenta sus destinatarios, establece una propuesta de

valor, define los productos de comunicación, los medios en los que se van a presentar y los canales que se van a utilizar para distribuir la información. El Plan debe definir, igualmente, la forma de medir la efectividad y los recursos que se van a asignar.

4 Valorización de resultados de investigación

Como proceso de gestión de conocimiento, la valorización de los resultados de I+D tiene etapas análogas a la valorización de capacidades, pero su contenido presenta características diferentes que requieren competencias distintas y mucho más especializadas. Es por ello, que el papel del personal de transferencia de conocimiento en la valorización de resultados es muy superior al que desempeña en la valorización de capacidades.

Podría incluirse también, como etapa última, o incluso podría desarrollarse en paralelo del proceso de valorización, la realización de la prueba de concepto u otro tipo de validación técnica del resultado de investigación, que lo haga progresar en su camino hacia su introducción en el mercado. Esta validación y maduración de los resultados de I+D será tratada en el siguiente capítulo.

En conjunto la valorización de resultados requiere un esfuerzo y tiene un coste muy superior al de las capacidades. También es cierto que la transferencia de un resultado puede generar un retorno económico a cuenta de una inversión anterior en la generación del mismo y que puede llegar a multiplicar dicha inversión.

En el Cuadro 4 se muestra un diagrama de las tareas que conlleva la valorización de resultados y que son tratadas en los siguientes apartados.

Cuadro 4. Etapas y tareas en la valorización de resultados



a) Identificación y registro

En esta etapa se debe producir una comunicación formal de los investigadores sobre los resultados obtenidos, si es que consideran que pueden ser explotados. La formalidad que requiere esta comunicación deriva de los derechos y obligaciones que, por ley, tienen los autores en el caso de propiedad intelectual o los inventores en el caso de propiedad industrial.

El contenido mínimo de esta comunicación de resultados, también llamada *invention disclosure* en la literatura sobre transferencia de conocimiento, es el siguiente:

- Identificación completa de los autores/inventores (nombre, categoría, email, teléfono, unidad/departamento), filiación y modalidad de su vinculación a su entidad empleadora. Porcentaje de autoría/inventoría asignado a cada uno.
- Descripción técnica del conocimiento que se comunica, con figuras o dibujos que permitan su mejor entendimiento. Puede ser de interés que venga acompañado de un título. En el caso de que se trate de software debe aportarse el código tanto fuente como compilado.
- Origen del conocimiento, en particular, los proyectos, si los hubiera, de los que procede. En el caso de software se debe indicar las licencias utilizadas en la producción del mismo.
- Bibliografía conocida relacionada con la comunicación.
- Estado de revelación, publicación o difusión del conocimiento.

La comunicación debe ir firmada por los autores/inventores y presentada bajo un sistema de formal registro que certifique la fecha de presentación.

b) Protección jurídica

El objetivo de esta etapa es establecer una apropiación de los resultados de la investigación, proporcionando, si procede, un entorno de protección por patente, por copyright, por acuerdo de secreto o por cualquier otro mecanismo que ofrezca a un potencial cliente una garantía de explotación ventajosa que le convenza para la inversión que, sin duda, tendrá que acometer para llevar adelante dicha explotación.

Las tareas de valorización que conlleva la protección jurídica son las siguientes:

- a) La identificación de los sujetos de derechos de explotación del conocimiento y la asignación de éstos, si procede, de manera que se pueda identificar quién tiene capacidad legal para obtener título de propiedad y/o para transferirlos.
- b) El análisis de la patentabilidad u otra forma de protección de los resultados. Este análisis concluye en la decisión sobre la estrategia de protección jurídica y la ruta de explotación.

- c) El proceso de preparación y solicitud de patente u otro título de protección, con el seguimiento correspondiente. Frecuentemente, la redacción de la patente será encargada a un agente de la propiedad industrial que se encargará también de la presentación ante la Oficina Española de Patentes y Marcas.

Estas tareas requieren de la intervención de personal de transferencia de conocimiento especializado en protección jurídica y conocimiento del sistema de patentes. Su desarrollo está fuera del alcance de este tema.

c) Promoción/difusión

Al igual que en el caso de capacidades, en esta etapa se trata de concebir una o varias estrategias para la explotación del conocimiento, incluyendo la acción comercial para hacer llegar el resultado transferible a aquellos que puedan interesarse en su adquisición. Ello requiere haber entendido la invención y sus ventajas técnicas.

En el caso de los resultados, el mercado de posibles compradores es mucho más acotado que el de los que puedan estar interesados en las capacidades. No sólo está más acotado en cuanto a espectro de clientes, sino que está mucho más determinado en los condicionantes de mercado, de regulación, de implementación. A continuación se relacionan las tareas de valorización comprendidas:

- A) La elaboración de un Dossier o Plan de Explotación, que contenga toda la información que es preciso conocer para plantearse unos objetivos de transferencia:
- i. Posibles **aplicaciones** del resultado.
 - ii. Situación del **mercado** al que se dirige la aplicación: tamaño, tendencia y principales jugadores en el mismo.
 - iii. Identificación de productos que pudieran ser **competidores**.
 - iv Aspectos **regulatorios y otras barreras** a la introducción.
 - v El **camino al mercado** que hay que recorrer y el nivel de inversión y tiempo que requiere.
- B) La elaboración de un documento de **Oferta Tecnológica**, en el que se presente atractivamente el resultado y sea el primer frente de información para la transferencia. La OT constituye el primer recurso de comunicación comercial de un resultado de investigación y es la información mínima requerida en cualquier portal de tecnologías. Por lo tanto, debe construirse con una fuerte orientación a la venta y poca información técnica o que requiera conocimiento experto.
- C) La **Acción Comercial** o marketing, que permita hacer llegar la información del resultado de investigación a quien pueda estar interesado en adquirirlo y conseguir persuadirlo para la compra. Dos son las principales estrategias comerciales que se pueden adoptar:

- i. La **difusión amplia o genérica**, mediante la cual se pueda llegar a un conjunto amplio de potenciales interesados que pueden no estar bien identificados.
 - ii. La **difusión focalizada** es una estrategia dirigida a comunicar la OT a potenciales interesados, cuidadosamente seleccionados.
- D) La **valoración económica** de la tecnología es otra de las tareas de valorización de resultados de investigación. El valor es siempre una estimación, que puede resultar muy diferente según la técnica de valoración empleada, según el negocio de transferencia a realizar o según el interés y perspectiva de quien haga la valoración (vendedor, comprador, inversor, auditor...). El precio es el resultado de una negociación y es una cantidad concreta, normalmente acompañada de determinadas condiciones económicas. En el precio, como resultado de una negociación que es, se reflejan los objetivos que cada parte tiene respecto de la transferencia. En el caso de un centro público de investigación, influye su carácter de bien público, la misión de servicio al entorno, la necesidad de contar con un tercero, más como un socio que como un cliente, al no poder explotar por sí mismo la tecnología. A continuación, se relacionan algunas de las técnicas de valoración.
- i. Valoración basada en **coste más beneficio**. Si la tecnología hubiera sido consecuencia de un encargo planteado por una empresa, probablemente se haría un presupuesto en base a costes, incluido indirectos, al cual se le podría repercutir un beneficio industrial. Esta justificación es la que sostiene una valoración de la tecnología basada en la inversión realizada para obtenerla.
 - ii. Valoración basada en **referencias de mercado**. Es decir, contando con que hubiera información accesible sobre operaciones de transferencia similares a la que se pretende, ésta sería la técnica de valoración más correcta. Dado que muchas operaciones de transferencia de tecnología se registran, hay empresas que confeccionan bases de datos o publicaciones con información extraída de esas fuentes.
 - iii. **Regla del 25%**. Es una regla empírica obtenida del estudio de un número de casos de licencia de tecnología. La regla, conocida como el Principio de Goldscheider, indica que, de los beneficios que arroja un negocio de licencia de tecnología, el licenciador termina obteniendo el 25%. El porcentaje de regalías se obtendría viendo cuánto representa ese 25% de los beneficios sobre el volumen de ventas del producto que contiene la tecnología.

Obviamente, el método presenta como dificultad el disponer de información de los beneficios que proporciona una tecnología antes de que se haya producido el negocio. Por tanto, precisaría hacerse una estimación de los mismos. Sin embargo, se puede adoptar otra manera de hacer el cálculo si se asume que el comportamiento financiero de la tecnología a licenciar va a seguir el

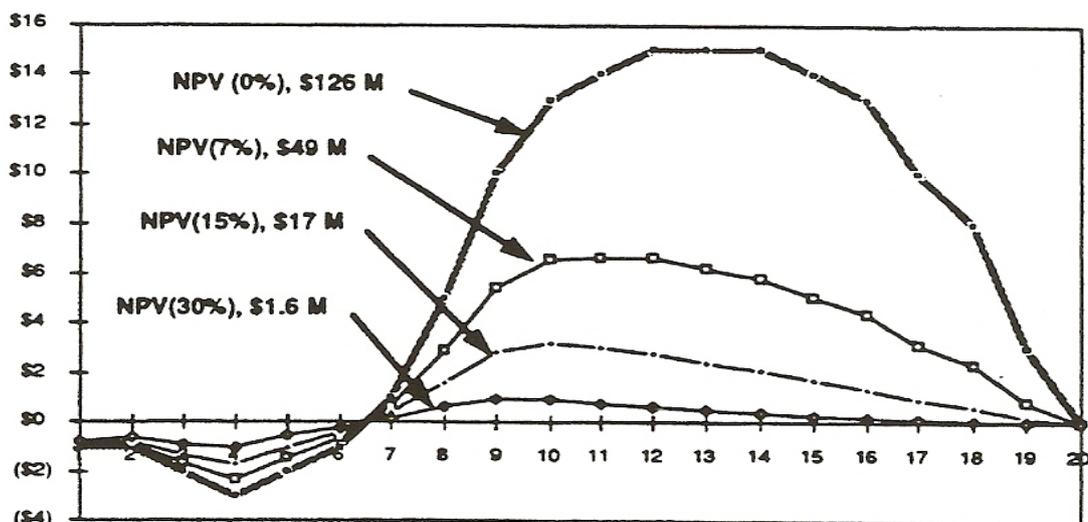
mismo patrón de rentabilidad que tienen el resto de productos de la empresa a la que se quiere transferir, los cuales se reflejan en sus cuentas anuales. De este modo, el método supone calcular el 25% de los beneficios de la empresa antes de impuestos y ver el porcentaje sobre las ventas de la empresa que esta magnitud representa.

- iv. El otro conjunto de métodos de valoración se basa en aplicar las técnicas de **análisis de inversiones**. La idea se basa en la simulación de los flujos de caja (cobros menos pagos) que se producen anualmente como consecuencia de la licencia de la tecnología, totalizando los resultados al momento inicial, lo cual supone descontar la depreciación del dinero y el riesgo técnico y comercial. Es lo que se llama Valor Actual Neto o Net Present Value en su acepción en inglés. La fórmula que permite calcularlo es

$$\text{VAN} = \sum (\text{FC} / (1+k)^n)$$

Donde FC son los flujos de caja y k es la tasa de descuento. Esta tasa representa, en los casos de negocios tecnológicos no sólo la depreciación del dinero (coste de capital), que es lo habitual en los negocios que apenas tienen riesgo, sino el riesgo tecnológico y de mercado que lleva asociado una licencia de una tecnología. El factor k tiene un fuerte impacto sobre el VAN de la tecnología, como puede observarse en el Cuadro 5, en el que se muestran diversas curvas de flujos de caja a lo largo de 20 años, cada una con un factor k diferente.

Cuadro 5. Sensibilidad de los flujos de caja a la tasa de descuento



Algunos autores² han planteado cifras para la tasa de descuento k según el nivel de riesgo.

Cuadro 6. Valores de k en transferencia de tecnología

Caso de innovación	k (%)
Innovación en una línea de fabricación y mercado existente	10-15
Producto nuevo (tecnología conocida, capacidad de fabricación existente)	25-35
Nuevo producto y nueva tecnología (mercado existente)	30-40
Mercado nuevo, producto ya desarrollado (no precisa I+D)	40-50
Mercado nuevo, estadio I+D, precisa capital semilla	50-70

Hay diversas variantes de los métodos basados en el análisis de los flujos de caja, en las que se introducen horizontes con mayor o menor duración y se contemplan diversos escenarios atendiendo a hitos y a probabilidad de que sucedan. Tales métodos son implementados en herramientas que facilitan los cálculos³.

5 El proceso de validación técnica: la escala TRL

La valorización de los resultados hasta este punto ha proporcionado un conocimiento determinado, registrado, protegido probablemente mediante patente, de previsible interés para su explotación en un mercado, del que se ha averiguado sus reglas de funcionamiento, en el que se han identificado potenciales interesados a los que se les ha ofrecido dicho conocimiento, para el que se ha definido un precio y condiciones de transferencia. Pero suele ocurrir que todavía se considere que hay un riesgo técnico porque las condiciones de trabajo en un laboratorio de investigación son diferentes a las de aplicación en una explotación industrial. Entonces, como decíamos más arriba, es posible que sea necesario realizar una prueba de concepto y todo un proceso de maduración de los resultados de investigación que genere la validación técnica que sólo se puede plantear en condiciones de operación industrial.

2 Razgaitis, R. en Manual TT AUTM, 2002.

3 Ejemplos de herramientas para valoración basada en análisis de inversiones son [VALUATE2000](#) facilitada por AUTM y [MOGUVAL](#), desarrollada por la Universidad de Santiago de Compostela

La necesidad que comenzó a darse en algunos entornos que requerían acelerar la innovación de definir y caracterizar las etapas que es preciso recorrer desde que se obtienen resultados de investigación hasta que se introducen en el mercado en forma de productos o procesos llevó a plantear una escala que expresase el estado de desarrollo de una tecnología. Así, surgió el concepto de Technology Readiness Level (TRL) en algunos Departamentos del Gobierno de Estados Unidos (NASA, Dpto. de Energía). En el ámbito del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea se adoptó el concepto de TRL para definir el nivel de desarrollo al que se dirige la financiación de la I+D. La escala TRL se adapta bien a algunas materias y tipos de innovación, pero resulta más difícil de aplicar en ámbitos como el de las humanidades o las ciencias sociales.

Cuadro 7. Escala TRL, Programa Horizonte 2020, Workprogramme 2014-15

TRL 1	Basic principles observed
TRL 2	Technology concept formulated
TRL 3	Experimental proof of concept
TRL 4	Technology validated in lab
TRL 5	Technology validated in relevant environment
TRL 6	Technology demonstrated in relevant environment
TRL 7	System prototype demonstrated in operational environment
TRL 8	System complete and qualified
TRL 9	Actual system proven in operational environment

El TRL es una escala de 9 etapas que cubre todo el proceso innovador, desde las elaboraciones iniciales y fundamentales hasta la introducción en el mercado de una determinada innovación. Cada etapa es definida por el nivel alcanzado, no por la actividad que representa. Uno de los usos frecuentes de esta escala es para definir a qué nivel del estado de madurez de una tecnología se dirige la financiación a aplicar en programas de I+D.

La formulación de la escala que se hizo inicialmente por NASA ha sido adaptada a algunos contextos o modificada por otras instituciones. Utilizando la denominación adoptada por la Comisión Europea a partir de su programa Horizonte 2020, la caracterización de cada una de las etapas es la siguiente:

1. Nivel TRL 1. *Basic principles observed*

Esta etapa refiere a la actividad de investigación básica o fundamental, es decir, aquella que busca obtener los principios en los que se basa una tecnología. Comprende el conocimiento obtenido, tanto de la observación del mundo físico, como del análisis de resultados publicados. Requiere documentar y reportar o publicar el conocimiento obtenido, que es el hito que indica haber alcanzado este nivel.

2. Nivel TRL 2. *Technology concept formulated*

Esta etapa se caracteriza por la búsqueda de aplicación de los principios básicos a productos o procesos útiles y, con ello, las habilidades, técnicas, métodos y procesos que componen dicha aplicación. Es el terreno de la investigación aplicada. Supone plantear hipótesis y hacer comprobaciones experimentales. Con ellas es posible concebir potenciales aplicaciones. Al igual que el nivel anterior, su hito se alcanza con la publicación u otro tipo de referente que de soporte al concepto que se formula.

3. Nivel TRL 3. *Experimental proof of concept*

En este nivel se realiza una prueba experimental, en condiciones controladas (laboratorio), de la aplicación que se pretende. La prueba debe buscar las funciones y características críticas, asociadas a la aplicación. Es una investigación aplicada pero persiguiendo dar respuesta a preguntas que son esenciales para confirmar el interés en la aplicación del conocimiento. Se fija en el componente clave y no en el sistema en el que se inserta.

Esta prueba de concepto experimental adopta formas muy diferentes según la disciplina o aplicación de que se trate. Así, las simulaciones, particularmente en los casos en que no resulten viables pruebas experimentales en laboratorio, podrían situarse en esta etapa. En el caso de un desarrollo de software, el script que realiza la funcionalidad buscada sería el objeto a alcanzar en este nivel, aunque faltasen por incorporar otros componentes que tendrían que estar presentes en la aplicación.

En el ámbito médico, este TRL supondría la demostración de la funcionalidad buscada en ambientes *in silico* (computador), *in vitro* (laboratorio) e *in vivo* (modelos animales o vegetales). El TRL 3 puede ser una etapa larga y costosa en este tipo de ámbitos.

Al final de la etapa, se tiene una confirmación de que se alcanza la aplicación que se busca. Si bien el término “prueba de concepto” refiere a este nivel 3 en la escala de TRL, es frecuente considerar que la prueba de concepto ocurre también en niveles de TRL superior.

4. Nivel TRL 4. *Technology validated in laboratory*

En este nivel se persigue un primer prototipo, funcional en un ambiente controlado (laboratorio). Ya no es una instalación que verifica el concepto sino un prototipo que contiene las diversas partes en las que se debe integrar el componente, que se ha verificado en la etapa anterior. La investigación en este nivel plantea ensayos “fast-fail” y un contraste frente a otras soluciones, que permitan detener la investigación si no se valida el funcionamiento de la tecnología, de modo que no se dejen sin abordar ensayos que hubieran detenido la investigación antes de incurrir en inversiones que no se van a poder recuperar.

En el caso de software esta etapa se correspondería con un alfa-testing, es decir, con acciones de comprobación realizadas por los propios desarrolladores, en que se verifica la funcionalidad principal del código y se identifican errores en funciones complementarias.

En el caso de dispositivo médico o un medicamento, esta etapa supondría un ensayo de seguridad del dispositivo en un modelo animal.

Alcanzar un TRL4 supone disponer no sólo de informes, sino de entidades tangibles que verifican la factibilidad de la aplicación que se pretende.

5. Nivel TRL 5. *Technology validated in a relevant environment*

Las condiciones de laboratorio son siempre muy controladas. Para probar una hipótesis, se acotan y fijan todas las variables, para centrarse en aquella que se pretende verificar. Pero la realidad tiene otras condiciones y lo que ha funcionado en el laboratorio puede no funcionar en condiciones normales de funcionamiento. El nivel TRL 5 indica haber alcanzado una validación de la tecnología en un entorno relevante. Puede no llegar a ser una instalación operativa, pero sí algo que se aproxima.

Ejemplos de situaciones que se abordan en TRL 5 podrían ser:

- Cambio de escala, pasando de laboratorio a planta piloto, en la que se verifican aspectos clave como el rendimiento, vida útil, efectos no deseados, etc.
- Validación de la conexión con otros componentes del sistema en que se inserta.
- Validación con materiales que se encuentran en mercado
- En software, un alfa-testing por personal que no ha intervenido en el desarrollo.
- En medicamentos y dispositivos médicos, pruebas preclínicas no regladas, en animales o en humanos. Primeras evaluaciones de toxicidad. Validación en condiciones GLP.

El nivel TRL 5 constituye frecuentemente la prueba crítica para saber si la innovación puede ser viable desde el punto de vista técnico y en los trabajos de esta fase deben implicarse el personal que va a hacer la ingeniería.

6. Nivel TRL 6. *Technology demonstrated in relevant environment*

Es un nivel que extiende el anterior e incluso puede mezclarse con él. El prototipo a probar tiene ya un parecido al real y en su prueba interviene personal de operación. Se comienza el desarrollo de la ingeniería necesaria para su operación a escala real. Se evalúa la viabilidad de la fabricación y los requerimientos técnicos y de operación para la misma.

Si se trata de un software, estaríamos en una etapa de Beta testing, en la que el código del producto ha sido completado y presenta con todas las funcionalidades. En ella interviene un grupo controlado de usuarios finales que detectan errores en el producto completo.

En desarrollo de medicamentos o de dispositivos médicos TRL 6 supondría haber generado la documentación correspondiente a la primera fase clínica.

7. Nivel TRL 7. *System prototype demonstrated in operational environment*

En este nivel el prototipo es funcional en ambientes operacionales y conteniendo todos los componentes del sistema, con toda su ingeniería de detalle. En la validación intervienen los usuarios o destinatarios de la innovación y no solamente sus desarrolladores o personas especializadas. Estaríamos ante un producto mínimamente viable (MVP) y estaríamos ante las primeras unidades de producto puestas a disposición de usuarios, pero aún en fase de pruebas.

En ámbitos de software tendríamos una versión beta a probar por cualquier tipo de usuario. En desarrollo de medicamentos el TRL 7 significaría haber cumplimentado una Fase II de ensayos clínicos. En productos sanitarios, se podría estar finalizando un ensayo multicéntrico.

8. Nivel TRL 8. *System complete and qualified*

Este nivel se alcanza cuando se han obtenido todas las certificaciones requeridas para la puesta de la innovación en mercado y se han realizado las últimas revisiones. No quedan detalles de desarrollo pendientes y los manuales de operación e instalación están confeccionados.

En TRL 8 se libera la versión 1.0 del software, se obtiene el marcado CE, si se trata de producto sanitario o las autorizaciones correspondientes de FDA o EMA en caso de medicamentos, se registra en REACH el producto químico y se obtienen licencias de fabricación y venta.

9. Nivel TRL 9. *Actual system proven in operational environment*

El TRL 9 significa introducción en el mercado. Las líneas están preparadas para producir en condiciones normales y se lanzan las primeras series. Se inicia la comercialización sin restricciones especiales. Se obtienen los primeros informes de

vigilancia sobre la introducción del producto, los cuales todavía podrán incidir en ajustes en el producto (segundas ediciones o versiones).

El nivel TRL 9 es el último escalón. Lejos (meses e incluso años atrás) han quedado las validaciones iniciales. Puede que ya no quede nadie de quienes intervinieron en la concepción y validación inicial, lo cual hace perder visibilidad sobre la aportación de quienes concibieron la innovación.

La escala de TRL ha supuesto una mejor comprensión del largo camino que supone llegar a la introducción en el mercado de un nuevo producto o proceso basado en investigación. Un camino al que se le ha llamado *death valley* por el riesgo de no llegar, bien porque no se producen las validaciones de la innovación pretendidas o porque resulta tan costoso abordarlas que, simplemente, la innovación no consigue progresar y muere.

Con el tiempo, se han ido estableciendo mecanismos de financiación para abordar todas las etapas. Las más bajas (1-2) son abordadas por la financiación pública o por mecenazgo privado. En el tramo 3-6, se mantiene la financiación pública en modo subvención, pero también en modo préstamo va ocupando espacio. El capital privado entra también en estas fases, frecuentemente con mecanismos de capital riesgo y fórmulas de coinversión. A partir del nivel 7 la subvención pública es muy limitada y las fórmulas privadas de financiación son las más relevantes, pero con operadores con mayor capital y que pueden ser diferentes a los que asumen etapas más propias de prueba de concepto. La banca comercial no suele cubrir ninguna etapa de TRL sino que financia etapas posteriores a la introducción en el mercado.

Textos de Ampliación

1. AUTM Technology Transfer Practice Manual Vols I-IV en <https://www.AUTM.info>
2. “Exploitation channels for public research results”, IPR Helpdesk monography, 2014
3. “Management of intellectual property in publicly-funded research organisations: Towards European Guidelines”, European Commission Expert Group Report , 2004

Bibliografía y web de consulta

“Intercambiar valor. Negociación de acuerdos de licencia de tecnología”, OMPI 2006.

Razgaitis, R. (2007). Pricing the Intellectual Property of Early-Stage Technologies: A Primer of Basic Valuation Tools and Considerations. In A. Krattiger, R.T. Mahoney, L. Nelsen, et al. (eds.), *Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices* (pp. 813-860). MIHR and PIPRA. Available online at https://www.ipmall.info/sites/default/files/hosted_resources/IP_handbook/iphandbook_volume_1.pdf

“Royalty Rates for Technology”, 7th edition, IPRA 2018.

“Technology Readiness Levels”, EIT Health 2019.

“TRANSACT Database” en www.autm.info

“Vigilancia Tecnológica”, Documentos COTEC 1999.

PROGRAMA DINA·ITC

DINAMIZACIÓN Y FORMACIÓN
PARA FOMENTAR EL INTERCAMBIO Y LA
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN
EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN



Entidades colaboradoras:

