

SECTOR DE I+D

...

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

# SECTOR DE I+D

ESTRUCTURAS DE ORGANIZACIÓN, COMPETENCIAS DEL  
GESTOR DE PROYECTOS Y DEL INVESTIGADOR  
PRINCIPAL

TESIS

**Autor:**

Ing. M. Clara Guiridlian Guarino

**Director:**

Dr. Aníbal N. Cassanelli  
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

**Codirector:**

Dr. Gonzalo Fernández Sánchez  
Universidad Europea de Madrid (UEM)

17-May-16

## SECTOR DE I+D

### ESTRUCTURAS DE ORGANIZACIÓN, COMPETENCIAS DEL GESTOR DE PROYECTOS Y DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

#### *Resumen*

En el siguiente trabajo se realiza una revisión bibliográfica del sector de I+D de alcance internacional y se analizan las estrategias de organización de los grupos de trabajo para el logro de sus objetivos. En particular, se establece el estado del arte de los tipos principales de proyectos que se realizan en el sector, las características principales de sus integrantes y en particular las del Investigador Principal (IP) y aquel que gestiona el proyecto y las competencias requeridas en estas posiciones. Se identifica una metodología que permite identificar las características del proyecto de I+D, junto con las metodologías y herramientas de gestión que se adecuan a cada tipo de proyectos.

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Aníbal Cassanelli, profesor de la Universidad Nacional de Mar del Plata, director de esta investigación y a mi codirector de tesis, el Dr. Gonzalo Fernández Sánchez, investigador y profesor en la Universidad Europea de Madrid, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este tiempo.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a la Universidad Nacional de Mar del Plata donde me formé y trabajé mucho tiempo.

Agradezco a mi familia y a mis amigos por estar siempre presente.

A todos ellos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

Ing. María Clara Guiridlian Guarino

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	<b>5</b>
<b>TÍTULO DEL TEMA ELEGIDO</b> .....	<b>6</b>
Subtítulo.....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<i>Preguntas de investigación</i> .....	10
<b>OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b> .....	<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 2: MODELOS DE PROYECTO / ADN</b> .....	<b>20</b>
2.1 Revisión de los Modelos del Proceso de Investigación.....	20
2.2 ADN de Proyectos de I+D.....	36
<b>CAPÍTULO 3: COMPETENCIAS DEL GESTOR Y DEL INVESTIGADOR</b> .....	<b>41</b>
3.1 Roles y Competencias del Gestor de I+D.....	41
3.2 Ambiente e influencia de la organización en la creatividad científica .....	53
<b>CAPÍTULO 4: GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>56</b>
4.1 Gestión de los proyectos de I+D.....	56
<b>4.1.1 Universidad</b> .....	60
<b>4.1.2 Industria</b> .....	64
<b>4.1.3 Cooperación Industria y Universidad</b> .....	67
<b>CAPÍTULO 5: OFICINAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS (PMOs), OFICINAS DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS (OTRIs)</b> .....	<b>76</b>
5.1 El rol de las PMOs .....	78
5.1.1 ¿Por qué las organizaciones tienen PMO?.....	81
5.1.2 Funciones de las PMO .....	83
5.1.3 Modelos de Organización con PMO (Tipos de PMO) .....	85
5.2 El rol de las OTRIs, OTTs o TTOs.....	87
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>100</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

<b>Tabla 1. Características de los proyectos de I+D</b> (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role) .....	39
<b>Tabla 2. Competencias del gestor de proyectos según PMI e IPMA</b> (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role).....	45
<b>Tabla 3. Competencias del equipo investigador y del investigador principal.</b> (Fuente: Pirela de Faria, L. and Prieto de Alizo, L., 2006).....	48
<b>Tabla 4. Sobre Industria, universidad, centros de I+D y cooperación Industria&amp;Universidad.</b> (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014) 72	

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo Lineal de Empuje de la Tecnología (Fuente: Rothwell, 1994).....	23
<b>Figura 2.</b> Modelo Lineal de Tirón de la Demanda (Fuente: Rothwell, 1994) .....	24
<b>Figura 3.</b> Modelo de Kline de Enlaces en Cadena o Modelo Cadena-Eslabón (Fuente: Kline y Rosenberg, 1986).....	26
<b>Figura 4.</b> Modelo de Proceso de I+D+i (Fuente: Herrera, 2008) .....	27
<b>Figura 5.</b> Fases de desarrollo de producto Secuenciales (A) vs Solapadas (B y C) (Fuente: Takeuchi y Nonaka, 1986) .....	27
<b>Figura 6.</b> Etapas del proceso de desarrollo de producto en una organización de I+D (Fuente: Verma et al, 2011).....	30
<b>Figura 7.</b> Ciclo de vida de un proyecto de I+D. (Fuente: Lambert, 2006).....	31
<b>Figura 8.</b> La ruptura del modelo de “tres jorobas”. (Fuente: Arnold et al, 2010).....	32
<b>Figura 9.</b> Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación. (Fuente: Elaboración Propia. Autores: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role ) .....	35
<b>Figura 10.</b> Competencias claves de un investigador experimentado (Fuente: L’APEC y Deloitte Consulting, 2010) .....	54
<b>Figura 11.</b> Esquema del Rol IP y GP (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014) .....	75

## TÍTULO DEL TEMA ELEGIDO

SECTOR DE I+D

Subtítulo

ESTRUCTURAS DE ORGANIZACIÓN, COMPETENCIAS DEL GESTOR DE PROYECTOS Y DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

## INTRODUCCIÓN

La ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación juegan un papel fundamental en la creación de riqueza, el crecimiento económico y en el mejoramiento de la calidad de vida de todos los ciudadanos. Estas áreas son motores del desarrollo integral. Generan empleo y bienestar a través de innovaciones y de la comercialización de nuevos productos y servicios; ayudan a reducir la pobreza, a mejorar la educación, la salud, la alimentación y el comercio; son indispensables para la construcción de nuevas capacidades esenciales en el siglo XXI.

El desarrollo y la investigación científica y tecnológica tienen un papel preponderante en la creación y la sostenibilidad de economías productivas.

Los avances del conocimiento científico y tecnológico de los últimos siglos continúan incrementándose, introduciendo sistemáticamente un aumento de la calidad de vida de la población y profundas implicaciones para la economía global. La experiencia a través de los años ha demostrado que es impensable desligar el desarrollo socioeconómico y cultural de un país de sus avances en ciencia y tecnología, o de su aplicación para resolver los problemas más importantes de la sociedad.

A pesar de estas posibilidades, sólo una parte de la población mundial se ha beneficiado de los avances de la ciencia y tecnología y de la mejora en la calidad de vida. Resulta crucial que tanto los países grandes y pequeños, como los ricos y pobres se valgan de la ciencia, la tecnología y la innovación como elementos sustantivos para sus estrategias de desarrollo, de reducción de la

pobreza y de construcción de la Sociedad del Conocimiento (“Knowledge Society”).

Como mencionan Menéndez y Castro (2010), un país que no es consciente de la importancia de invertir en su capacidad científica y tecnológica, tan requerida en la Sociedad del Conocimiento, quedará rezagado en el tiempo.

Esto motiva a investigar y un análisis en el sector de I+D y en particular sobre las competencias del Gestor de Proyecto (GP) y del Investigador Principal (IP) como actores principales del éxito de los proyectos de I+D. La importancia de este sector toma relevancia cuando se observan los esfuerzos en términos de inversión porcentual de Producto Bruto Interno (PBI) o Gross Domestic Product (GDP) que realizan los países con mayor desarrollo (National Science Board, 2012).

Estados Unidos, China, Japón y Europa (34 países) representan alrededor del 78 % de los U\$S 1.620 trillones que se prevén para ser invertidos en I+D en todo el mundo en 2014. El resto de los países del mundo (74 de los cuales están incluidos en esta previsión) representan el 22% restante, o U\$S 350 billones. Entre este grupo se encuentran las economías impulsadas por la innovación como Corea del Sur (donde U\$S 63 mil millones serán invertidos en I+D en el año 2014), los países importantes con relativamente poco énfasis en I+D (por ejemplo, la India), y continentes enteros donde la financiación de I+D es tradicionalmente débil (por ejemplo, África) (National Science Board, 2012).

China, Corea del Sur, Japón y Taiwán, además de su proximidad regional, tienen fuertes programas de investigación y desarrollo que apoyan el desarrollo de la ciencia y la tecnología (C&T) en los sectores público y privado. Al igual que China, Corea ha establecido planes agresivos de cinco años para C&T. Los objetivos implican la competitividad nacional en industrias intensivas en innovación en el que cada país también tiene una participación fuerte de la fabricación (National Science Board, 2012).

Según datos del Banco Mundial, 2014; la región de América Latina y el Caribe tiene una inversión promedio en I+D para todos los países de 0,78% en el

año 2009. Argentina en términos de gasto asignado a I+D tiene una tendencia creciente, alcanzando un valor que alrededor de 0.60% del PBI para 2009 y 0.65% en 2011.

Invertir en ciencia y tecnología en recursos científicos altamente capacitados no es una condición suficiente. Se debe también procurar una gestión eficiente del uso de estos valiosos recursos dentro de las organizaciones.

De los antecedentes resulta interesante avanzar sobre el estudio de la gestión de los proyectos de I+D en busca de las mejores prácticas que potencien los resultados científicos y tecnológicos. En particular, desarrollar una revisión bibliográfica amplia sobre el tema y determinar las responsabilidades de los gestores junto con su vinculación a los resultados del proyecto.

En esta tesis se busca analizar, en seis capítulos, el sector de I+D así como analizar las estrategias de organización de los grupos de trabajo para el logro de los objetivos. En particular, se establecerá el estado del arte de los tipos principales de proyectos, las características de sus principales integrantes en particular del Investigador Principal (IP) y de aquel que gestiona el proyecto, las competencias requeridas para estos puestos e identificar una metodología que permita seleccionar las herramientas de gestión más adecuadas para cada tipo de proyectos de I+D.

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Como se mencionó, se observa la importancia del sector de I+D y se analizan los esfuerzos en términos de inversión porcentual de Producto Bruto Interno (PBI) que invierten los países.

En este sentido se aprecia que las regiones y países desarrollados realizan esfuerzos sostenidos y relevantes en el área de Ciencia e Ingeniería como confirma el informe National Science Foundation para este sector (National Science Board, 2012). Desde el principio de este siglo la Unión Europea, Estados

Unidos, Corea del Sur, China y Japón destinan de manera sostenida al sector de I+D un porcentaje significativo del PBI. En el grupo de los países desarrollados este porcentaje se encuentra por encima del 1.5% y algunos casos como para Corea y Japón supera el 3% del PBI. El esfuerzo económico en I+D que realizaron en el año 2009 se estima para este conjunto mayor a 1200 billones de dólares (u\$s 1.200.000.000.000).

Según datos del Banco Mundial; que toma como fuentes al Instituto de Estadística de la UNESCO, la Fundación Nacional de las Ciencias de Estados Unidos, la División de Estadística de la ONU, el FMI y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la región de América Latina y el Caribe invirtió en promedio 0,78% del PBI regional en el sector de I+D en el año 2009.

La Argentina realiza un esfuerzo creciente en términos de presupuesto asignado a sector de I+D (Indicadores de CyT Argentina, 2011). Con respecto al promedio regional se encuentra por debajo en el año 2009, con un valor que supera escasamente el 0.60% del PBI y creciente hacia el año 2011 alcanzando 0.65% (<sup>1</sup>).

Considerando el impacto y los esfuerzos económicos dedicados a los proyectos de I+D se puede apreciar la importancia estratégica del éxito de los mismos. En particular se destaca que como todo proyecto requiere ser gestionado profesionalmente para lograr la consecución de los objetivos en plazo, coste y alcance.

En los últimos años el conocimiento sobre gestión de proyecto ha ido consolidándose en entornos del sector industrial, sin embargo, en ámbitos académicos su aplicación es escasa (Castilla-La Mancha 2014; Cassanelli, 2013; Varas, 2010; Skelton, 2011), a pesar que en estos entornos donde el concepto de proyecto, asociado a la investigación y el desarrollo, tiene un mayor peso por el grado de innovación y unicidad que cualquier actividad de investigación implica.

Durante los últimos años el incremento de las oportunidades de financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo a distintos niveles, pero

---

<sup>1</sup> Este dato se tomó antes del cambio de metodología de medición 2014.

muy especialmente a nivel europeo, ha aumentado la preocupación por los aspectos de gestión profesional de los proyectos. A pesar que esta preocupación se hace cada vez más evidente, la figura de investigador principal (IP) continúa siendo una referencia única al frente de responsabilidades de gestión que distan mucho de su experiencia y conocimientos. Por este motivo, se especula que algunos investigadores desisten de participar en proyectos, sobre todo en el papel de coordinadores, por considerar que el trabajo de gestión es una carga difícil de sobrellevar y que difiere de sus intereses científicos. Por lo general el investigador responsable de un proyecto puede contar con ayuda de su institución en lo que respecta a tareas administrativas (Universidad Castilla La Mancha, archivo recuperado 2014).

Por otro lado, cuando observamos la conformación de los grupos de investigación, estos se encuentran integrados en su mayoría por investigadores y recursos humanos con formación en su área de conocimiento y especialización científica y técnica. Desde el punto de vista de la distribución de RRHH y considerando el logro de los objetivos del proyecto, los investigadores naturalmente representan el activo de mayor relevancia. Con un análisis similar y considerando las características diferenciales y la complejidad de estos proyectos es natural concluir que requieran un gerenciamiento altamente especializado que minimice los riesgos y garantice el progreso hacia los objetivos en los plazos estipulados, cumpliendo el costo estimado. Actualmente, gran parte de estas responsabilidades se asignan a los recursos de investigación que carecen de las competencias requeridas de gerenciamiento. (Cassanelli, 2012).

### *Preguntas de investigación*

- o ¿Existen razones para relevar de las responsabilidades de gestión de proyecto de I+D al Investigador Principal (IP)?

## **OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

- o Establecer características de los tipos principales de proyectos de I+D.
- o Caracterizar el perfil Gestor de Proyectos de I+D y del Investigador Principal

- (IP).
- o Realizar un análisis comparativo de las competencias del sistema de categorización del Investigador Principal (IP) y la de un Gestor de Proyectos (GP).
  - o Establecer un modelo de dominios que vincule I+D con Gestión de Proyectos.

### **ALCANCE DEL PROYECTO**

Realizar una revisión bibliográfica para establecer el estado del arte de proyectos del sector de I+D, las principales publicaciones técnicas y científicas actuales referidas al sector de I+D en Argentina, la región y el mundo, identificar las características de los tipos principales de proyectos de I+D y de sus principales integrantes, en particular las del Investigador Principal (IP) y aquel que gestiona el proyecto y las competencias requeridas en estas posiciones. Así también establecer un modelo de dominios que vincule I+D con Gestión de Proyectos.

### **METODOLOGÍA**

Como metodología del trabajo prevaleció un enfoque cualitativo de abordaje de la información bibliográfica reunida en la revisión.

Se utilizaron bases de datos nacionales con un carácter internacional y las bases de datos Web of Science, Web of Knowledge, Science Direct, Google Academics, Research Gate entre otras.

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática de artículos en publicaciones y congresos de alcance nacional, regional e internacional. Las fuentes de información fueron principalmente artículos de revistas científicas, workshops, trabajos en congresos, libros y documentación de procedimientos y procesos administrativos de casas de altos estudios sobre I+D. No fueron incluidas como fuentes de información tesis de posgrado ni artículos por fuera del sistema de indexación de publicaciones científicas.

El espacio temporal sobre el que se realizó la búsqueda de la información utilizada en la revisión bibliográfica abarca un periodo de 8 años, a partir del año 2007.

Las palabras claves (keywords) utilizadas con mayor frecuencia en la búsqueda fueron: project management, research & development, Innovation, universities, industry, cooperation between industry and university, R&D Management.

Luego de la acumulación inicial, se aplicó un filtro para seleccionar aquellos documentos que contuvieran información sobre los aspectos de proyectos de I+D, su gestión, responsabilidades del IP y de gestión de proyectos, y sistemas de categorización de investigadores. Las actividades de I+D consideradas se desarrollan en ámbitos públicos, privados y cooperación entre ambos.

## ANTECEDENTES

El sector de I + D es importante en términos de economía y competitividad, siendo la innovación una de las estrategias más importantes para el desarrollo y para el logro de crecimiento empresarial y organizacional (Wang et al, 2010). Los proyectos de I + D tienen características únicas de riesgos e incertidumbres que afectan a la gestión de proyectos y que los diferencian de otros proyectos industriales (Erno-Kjohede, 2000; Lambert, 2006).

En 2008 Divjak y Kukec, de la Universidad de Zagreb, realizaron una encuesta a investigadores y profesores de universidades en Croacia para analizar las capacidades que disponen para llevar a cabo proyectos de I+D internacionales. Detectaron los siguientes problemas/obstáculos:

- Falta de conocimientos y competencias en gestión de proyectos.
- Obstáculos legales y en el sistema de contabilidad.
- Falta de apoyo administrativo a los científicos.

Lo más apoyado en la encuesta fue la necesidad de creación de talleres y

buenas prácticas en la gestión de proyectos de I+D mediante casos, formación y apoyo financiero para preparar y gestionar estos proyectos.

En 2012, Cassanelli en su artículo “Proyectos de I+D, Aplicación de Metodologías de Gestión de Proyectos” presentado en el III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos, analiza las metodologías y técnicas de proyectos de I+D en grupos consolidados y maduros en el área de los materiales. En el mismo se plantea que los riesgos asociados a un proyecto específico deben comprenderse en profundidad para evaluar la aplicabilidad y grado de implementación de procesos de gestión de proyectos. Así es que en los proyectos de I+D, y en función del grado de madurez del producto, la gestión de proyectos no puede ser aplicada de igual manera. A mayor grado de incertidumbre más atención debe ponerse en la evaluación y selección de técnicas a implementar de manera que las funciones de gestión aporten valor durante el ciclo de vida.

De igual modo Castro Martínez (2012), en su artículo de debate lanza la reflexión del tiempo que dedican los científicos en la búsqueda de socios, de recursos, a mantener sus redes científico-técnicas, a la elaboración de documentación para la justificación de los recursos, entre otras. Además, plantea dos escenarios: que los científicos dispongan de otras habilidades y herramientas para desarrollar su labor con mayor eficiencia además de las puramente de investigación; o que en los grupos de investigación no haya sólo científicos sino también otros profesionales expertos en las nuevas facetas en la que los investigadores no son expertos.

Siguiendo la misma línea de investigación en 2013, Cassanelli en su artículo “Gestión de Proyectos, Madurez en Equipos de I+D”, realiza un relevamiento mediante encuesta de la distribución de carga de trabajo de los investigadores que dirigen proyectos de I+D en la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Los resultados del trabajo muestran que la carga de trabajo en gestión de proyectos de I+D representa entre un 15%-25% en promedio de su tiempo laboral.

Según un artículo de Varas et al, 2014, en la práctica, el investigador

principal es muchas veces el último responsable del proyecto, responsable de producto y el alcance del proyecto, costos, plazos, riesgos y peculiaridades de este tipo de proyectos, sin duda el director de I + D (Varas et al, 2014 ).

De acuerdo al artículo de Widforss y Rosqvist 2015, “La Oficina de Proyectos como Apoyo a la Gestión de Proyectos en entornos Complejos”, muchos proyectos de I+D resultan complejos y con objetivos poco claros. De esta forma para afrontar dicha complejidad muchas empresas y organizaciones de investigación cuentan con PMOs. Más aún, en el artículo se plantea que comúnmente, los gestores de proyectos en organizaciones de investigación suelen ser excelentes investigadores pero no calificados o interesados en la gestión de proyectos.

Con lo revisado inicialmente y comenzando a revisar la bibliografía relacionada, existen avances en modelos de proyectos y en gestión de la I+D pero pasando por alto la importancia del recurso humano del investigador, y sin poner en tela de juicio la función del investigador principal (IP) (siendo teóricamente el de mayor reconocimiento científico) como gestor de proyectos.

Esta tesis avanzará en el conocimiento, en el estado del arte, analizará las variables iniciales y el proceso de gestión de proyectos de I+D teniendo en cuenta las características singulares de estos proyectos así como el estudio de las competencias de ambos roles.

Para realizar la siguiente investigación proponemos centrar el examen en las universidades, sino también para echar un vistazo a los diferentes agentes que desarrollan proyectos de I + D como la industria y la colaboración singular entre la industria y la academia.

## CAPÍTULO 1: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Este capítulo se tratará de lograr un acercamiento a los conceptos de investigación, desarrollo e innovación.

Comenzaremos definiendo que es Investigación, Desarrollo e Innovación. Para ello utilizamos la definición de la Norma UNE 166000: Gestión de la I+D+i:

- Investigación: Indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico.
- Desarrollo tecnológico: aplicación de resultados de investigación u otro conocimiento para la fabricación de nuevos materiales, productos, diseño de procesos, sistemas o mejora técnica sustancial de los preexistentes.
- Innovación: Actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes.

Existe una amplia literatura sobre la definición de I+D que se remonta por lo menos a Bush (1945) en su trabajo seminal sobre taxonomías de investigación y desarrollo. La terminología y las definiciones varían, pero todos los estudios distinguen las categorías de I+D basado en el objetivo de la actividad y si el resultado esperado es un conocimiento nuevo o un producto comercial nuevo o proceso.

Las diferencias entre la investigación y el desarrollo van más allá de las metas y los riesgos de la I+D. La mayoría de estas diferencias se relacionan con los insumos de mano de obra y materiales, mientras que las empresas utilizan proporciones similares de otros gastos corrientes y costos de capital para ambas actividades.

En las actividades de investigación el 60% de los costos totales corresponden a los insumos de trabajo en comparación con sólo el 43% para el desarrollo. Estas diferencias reflejan en parte al tipo de trabajo que se requiere para cada actividad. La investigación se lleva a cabo principalmente por los científicos con títulos de doctorado, mientras que el personal de desarrollo se

pondera más fuertemente hacia aquellos con títulos de grado y máster. La proporción de científicos de doctorado a menudo refleja el grado en que el trabajo es fundamental - más investigación básica requiere personal de mayor cualificación. Aparte de las diferencias de la industria, también hay diferencias entre los países. Por ejemplo, Japón se caracteriza por el uso de un menor número de doctores que los EE.UU., mientras que en Europa se utilizan más.

El trabajo de desarrollo se caracteriza por poseer en mayor medida que en la investigación, prototipos como entradas. Los prototipos son particularmente importantes en la industria de vehículos de motor, por ejemplo, y también en la industria de equipos de telecomunicaciones e informática. Ellos constituyen grueso de los gastos materiales de estas industrias.

Por otro lado la innovación se caracteriza por utilizar conocimientos y herramientas pre-existentes; mientras que en la investigación y desarrollo se buscan nuevos conocimientos y se crean nuevas herramientas (Verma et al, 2011). La gestión de estos proyectos, carteras y programas debe lograr un balance de los mismos de acuerdo a los objetivos estratégicos.

Rammer et al (2009) plantean que la I+D es, sin duda, un ingrediente importante para la innovación. Explorando nuevas formas de resolver los problemas técnicos, el uso de nuevas tecnologías para satisfacer las demandas de los usuarios y el desarrollo de nuevas tecnologías para producir y entregar productos y servicios ayuda a las empresas a generar innovaciones que superan a los competidores y a los innovadores a ganar cuotas de mercado y aumentar la rentabilidad. Sin embargo, la inversión en I+D está asociada con altos costos y riesgos. Cualquier empresa tendrá así el equilibrio entre los beneficios esperados de éxito de I+D y los costos y la probabilidad de fracaso. Hay varias características de la I+D que pueden dar lugar a diferencias sistemáticas entre las pequeñas y grandes empresas:

- I+D está asociada con altos costos de entrada, es decir, la inversión específica en el equipo de laboratorio y en el capital humano. Dado que la I+D está sujeta a indivisibilidades técnicas, las PYMEs tendrán que invertir un alto porcentaje de sus ventas totales para establecer la I+D. En caso de

detención de I+D, es probable que sean costes irre recuperables de la inversión.

- Los costes de I+D son en gran medida los costos fijos. Las Pymes tienen que difundir estos costos fijos sobre una base de ventas más pequeñas que las grandes empresas, ya sea resignando rentabilidad o competitividad de los precios y restringiendo el flujo de efectivo disponible para financiar la I+D en el futuro (Cohen y Klepper, 1996).
- La mayor parte de I+D es la inversión, es decir, los rendimientos, si los hay, se generan en los períodos posteriores a que los gastos se producen. Mientras que la I+D exige la prefinanciación, la mayor parte de I+D es el gasto corriente para el personal y material y no puede considerarse como garantías para la financiación de la deuda.

Si bien la investigación se centra principalmente en la exploración de nuevas tecnologías antes que, en una aplicación comercial específica, es evidente que el desarrollo consiste en la mejora de productos y procesos existentes y la creación de otros nuevos. Para los proyectos de desarrollo, la producción y, a menudo la escala de los recursos necesarios, se conocen desde el principio y el horizonte temporal de los proyectos es relativamente corto, por lo general entre 6 meses y 2 años. Esto significa que el nivel de riesgo técnico para proyectos de desarrollo es mucho menor que para la investigación. Dado que los resultados técnicos del proceso de desarrollo son mucho más fáciles de predecir, el riesgo clave asociado con el desarrollo es el riesgo de mercado. Por ejemplo, un competidor podría entrar en el mercado antes o el consumidor no está dispuesto a comprar el producto. Este riesgo de mercado es distinto de los riesgos del negocio, que es principalmente un factor interno que refleja la estrategia de una empresa.

Nelson (1959) por ejemplo, ha argumentado que el grado de la incertidumbre acerca de los resultados de proyectos de investigación es mucho mayor que para el desarrollo. Muchas empresas estiman uno de cada diez posibilidades de éxito de los proyectos de investigación y tienen en cuenta un horizonte temporal de más de tres años. Aunque algunas empresas indican que

experimentan mayores tasas de éxito o utilizan diferentes horizontes de tiempo, las empresas tienen ideas bastante similares sobre la naturaleza incierta de la investigación y lo que está involucrado en su gestión.

Cuando se analiza en conjunto la investigación y desarrollo, se hace referencia a los proyectos de I +D, y se observa que presentan unas componentes inherentes de riesgo e incertidumbre que no disponen el resto de proyectos industriales, además de un plazo, objetivos y un alcance totalmente diferente a la industria. Son proyectos donde la figura del director debe disponer de amplios conocimientos en gestión de proyectos de I+D, junto a un equipo de gestión de riesgos y una célula de I+D que realice la vigilancia tecnológica (Alabau, 2011). Los altos riesgos que tiene un proyecto de I+D pueden convertirse en oportunidades aun existiendo una desviación en sus objetivos (Cynertia Consulting, 2010), lo que da una dimensión nueva a la gestión de este tipo de proyectos.

Además, cómo cualquier otro proyecto que puede fallar en plazo, coste o en alcanzar alguno de sus objetivos/alcance, se les añade el riesgo de fallar conjuntamente (Reyck and Leus, 2008).

Debido a este mayor nivel de incertidumbre y riesgo, es necesario disponer de una gestión de proyectos efectiva, para asegurar el cumplimiento de los propósitos del proyecto dentro del presupuesto y los plazos disponibles.

La I+D es arriesgada, y muchos de los proyectos de I+D fallan. Mientras que las grandes empresas son capaces de distribuir el riesgo mediante la ejecución de una cartera de diferentes proyectos de I+D, al mismo tiempo, las Pymes tendrán que centrarse en uno o unos pocos proyectos. El fallo de un único proyecto de I+D puede aumentar la exposición al riesgo de la empresa en su conjunto sustancialmente.

Cooper et al (2004) señalan que los enormes montos involucrados junto con los elevados riesgos de fracaso hacen que el desarrollo de nuevos productos sea una de las tareas más riesgosas de la corporación moderna. Ellos estiman que sólo uno de cada diez conceptos de producto tiene éxito en el mercado. Por lo tanto, una pregunta fundamental de investigación es cómo evitar estos riesgos y

fallos en la gestión de este tipo de proyectos. Esta pregunta de investigación es de suma importancia y relevancia práctica en la circunstancia de la crisis económica mundial actual, cuando los sectores privado y público se enfrentan en general con presupuesto truncado para actividades de investigación. Consecuentemente, es de alta prioridad gestionar los proyectos de manera eficaz y eficiente con constreñidos presupuestos.

## CAPÍTULO 2: MODELOS DE PROYECTO / ADN

La importancia del sector de I+D puede medirse por su participación en la economía de los países desarrollados. En el reporte de la National Science Board (2012) se indica que desde principio de siglo este sector recibe una inversión promedio anual en términos del PBI por encima del 1.5 % en los países desarrollados con un estimado de inversión durante el año 2009 mayor a 1,200 billones de dólares.

Sin embargo, este sector que esencialmente se estructura para alcanzar sus resultados mediante organizaciones fuertemente proyectizadas tiene características singulares que lo diferencian de otros, por ejemplo, de los proyectos industriales (Alabau, 2011).

En este sector, conviven diferentes modelos que explican los procesos de I+D desde la generación de ideas hasta su integración en productos de diversos mercados. Asimismo, los proyectos de I+D en función de su estado, cuentan con características distintas, con enfoques diversos para la gestión de los mismos según la organización que lo desarrolla, con diferentes líderes de equipos de investigación y, con gestores de proyectos singulares.

El objetivo general del capítulo consiste en establecer y reflexionar sobre estas singularidades de tal manera de definir las características y bases que permitan la valoración crítica de la necesidad de estándares de gestión de proyectos de I+D que permitan considerar las particularidades del mismo.

Los objetivos específicos son: desarrollar un modelo que identifique las características generales de los diferentes tipos posibles de proyectos de I+D e identificar las características singulares de las actividades incluyendo la innovación.

### 2.1 Revisión de los Modelos del Proceso de Investigación

Para Albornoz (2014) los límites entre la ciencia y la tecnología no están claros, pero sugiere que deben ser diferenciados dado que remiten a procesos

distintos y actores con lógicas diferentes en los procesos que involucran la toma de decisión. Esta distinción es clave tanto para el diseño de políticas como para la gestión de la investigación. Así, para la gestión de proyecto se hace necesario reconocer las diferencias entre la investigación y el desarrollo y, es imprescindible visualizar el sector de I+D como constituido por procesos de componentes diferentes (Lambert, 2006). Para Lambert, es posible identificar en el ciclo de vida de la investigación tres fases con características propias, constituidas por una etapa de investigación básica o exploración, otra de investigación aplicada y, finalizando por una de desarrollo u optimización.

En este sentido, resulta importante contar con una definición estándar sobre estos aspectos que permita identificar la etapa o fase a la que pertenece el proyecto de investigación. El Manual de Frascati (OCDE, 2002), provee definiciones estándar para investigación básica, aplicada y desarrollo experimental. Las distingue como:

- “La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos emprendidos principalmente para adquirir nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin perspectivas de aplicación en particular o utilizar la vista”.
- “La investigación aplicada es también investigación original emprendida con el fin de adquirir nuevos conocimientos. Es, sin embargo, dirigida fundamentalmente hacia un propósito práctico específico u objetivo”.
- “El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes obtenidos mediante investigación y / o la experiencia práctica, que se dirige a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, establecer nuevos métodos, sistemas y servicios, o la mejora sustancial de los ya producidos o instalados. I+D se refiere tanto a la I+D formal en unidades de I+D e informal u ocasional en otras unidades”.

La innovación tecnológica es una actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes (UNE 166002, 2006).

Filippov and Mooi (2010) plantean que la gestión de proyectos de innovación se ha convertido en una manera distintiva para gestionar las actividades de negocio hoy en día. Otra novedad importante virtualmente universal es el reconocimiento del papel de la innovación y la tecnología en el cambio empresarial, el crecimiento y rentabilidad. No es de extrañar que el desarrollo de la innovación a menudo se ejecute como un proyecto. Sin embargo, estudios en teoría tanto de gestión e innovación de proyectos han evolucionado con el tiempo como disciplinas claramente separados.

Según estos autores, un proyecto de innovación gira en torno a ciertos criterios (y debe incluir al menos uno de ellos):

- Estar orientado al desarrollo de un (nuevo) producto innovador o (servicio de producto o servicio innovación);
- Emplear métodos y enfoques (innovación de procesos) innovadores;
- Llevar a una mejora de las capacidades de innovación y de aprendizaje del ejecutor del proyecto (innovación organizativa);
- Realizarse en una estrecha interacción con el propietario del proyecto (innovación de usuario).

Existen algunos modelos sobre el proceso de I+D más extendidos y aceptados en la literatura general. Los modelos destacados van desde los Modelos Lineales, los Modelos Interactivos o Mixtos, los Modelos Integrados hasta los Modelos en Red. Nobelius (2004) hace una síntesis de las aproximaciones en las distintas generaciones y plantea un retorno a las raíces en la innovación generando investigaciones más radicales a partir de la relación riesgo/recompensa que es evidente en las generaciones anteriores de I+D y que ahora debe ser tenido en cuenta en los nuevos modelos.

En los últimos cuarenta años no sólo han cambiado los componentes de la estrategia empresarial, sino han variado también la conceptualización de los procesos de innovación tecnológica y el enfoque de su gestión. Los siguientes cambios pueden ser esquematizados mediante los modelos o generaciones del proceso de innovación (Rothwell, 1994).

Suele hacerse referencia a estos modelos como los de primera y segunda generación (Rothwell, 1994) y ambos se caracterizan por su concepción lineal del proceso de innovación. La innovación tecnológica es descrita como un proceso de conversión, en el que unos inputs se convierten en productos a lo largo de una serie de pasos (Forrest, 1991). Así, los primeros modelos sobre el proceso de innovación, aunque son muy simplistas en sus consideraciones, no dejan de tener su valor histórico, ya que establecieron las bases de los modelos posteriores.

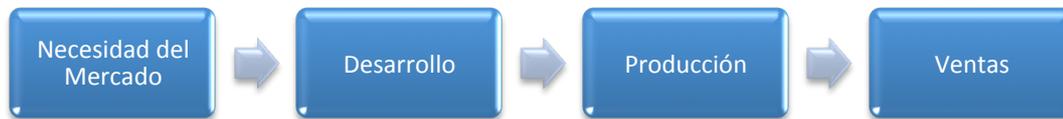
Si bien estos modelos resultan adecuados para explicar los procesos innovadores en sectores en los que la ciencia tiene un peso específico importante (biotecnología, química fina, nuevos materiales, nanotecnología, etc.), no dan respuesta en aquellos casos de innovaciones provenientes del conocimiento existente. Así encontramos numerosos casos en los que las innovaciones de carácter continuista y no radicales pueden surgir del análisis de mercado (demanda del mercado o market pull) sin que exista una labor previa de desarrollo tecnológico (empuje de la tecnología o technology push).



**Figura 1. Modelo Lineal de Empuje de la Tecnología (Fuente: Rothwell, 1994)**

El modelo lineal de empuje de la tecnología (de primera generación), fue el dominante en el periodo 1950 - 1965. Su principal característica es la linealidad que asume un escalonamiento progresivo desde el descubrimiento científico, motor de la innovación, hasta la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y

la fabricación. El mercado es tan sólo el lugar donde se van a incorporar los resultados de la I+D.



**Figura 2. Modelo Lineal de Tirón de la Demanda (Fuente: Rothwell, 1994)**

A partir de la segunda mitad de la década de los sesenta comenzó a prestarse mayor atención al papel del mercado en el proceso innovador, lo que condujo a conceptualizar la innovación tecnológica también lineal, cuya principal característica radicaba en considerar que las innovaciones derivaban básicamente del análisis de las necesidades de los consumidores. En este caso, el mercado era visto como la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de innovación. Los empresarios acudían después al "stock" de conocimientos científicos para tratar de satisfacer las necesidades de los consumidores (Modelo Lineal de Segunda Generación Market -Pull).

La tercera generación corresponde a los modelos interactivos o mixtos.

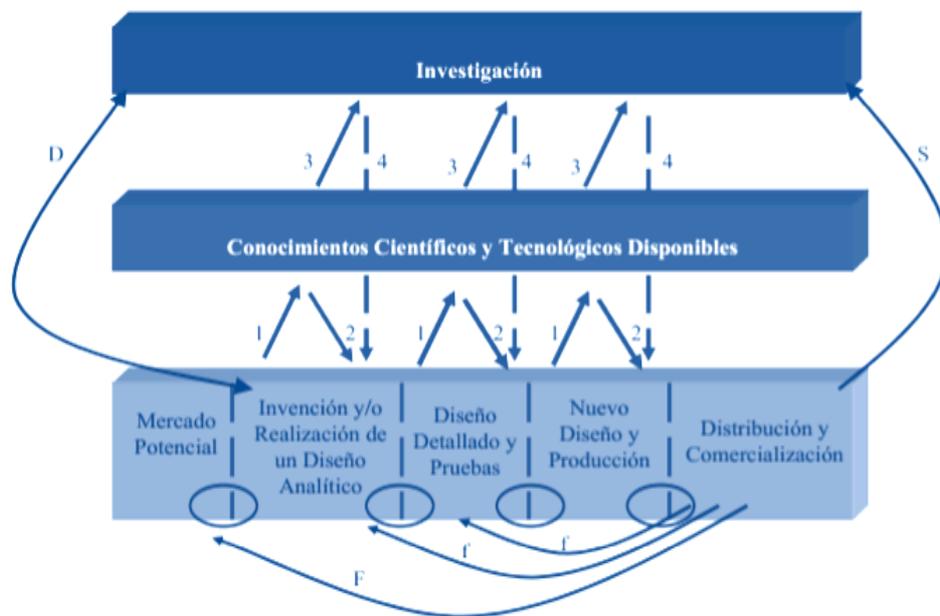
Diversos estudios desarrollados por Myers y Marquie (1969), Rothwell (1977) y Cooper (1979), muestran que los modelos lineales para gestionar la innovación tecnológica son en exceso simplificados, constituyendo a su vez ejemplos atípicos de lo que en realidad constituye un proceso más complejo, donde intervienen la ciencia, la tecnología y el mercado. Este proceso es modelizado por Rothwell y Zegveld (1985) representando "una secuencia lógica, no necesariamente continua, que puede ser dividida en series funcionalmente, pero con etapas interdependientes e interactivas".

Este modelo, que tiene vigencia entre la segunda mitad de los años setenta y primeros de los ochenta, representa una compleja red de canales de

comunicación, intra y extra organizativos, que unen las diferentes fases del proceso entre sí con el mercado y el conjunto de la comunidad científica.

El modelo de enlaces en cadena o modelo cadena-eslabón (“chain-link model”) propuesto por Kline (Figura 3), en vez de tener un único curso principal de actividad como el modelo lineal, tiene cinco (Kline y Rosenberg, 1986). Dichos caminos o trayectorias son vías que conectan las tres áreas de relevancia en el proceso de innovación tecnológica: la investigación, el conocimiento y la cadena central del proceso de innovación tecnológica.

Una de las diferencias más notables del modelo de Kline respecto al modelo lineal, es que relaciona la ciencia y la tecnología en todas las etapas del modelo y no solamente al principio.



**Figura 3. Modelo de Kline de Enlaces en Cadena o Modelo Cadena-Eslabón (Fuente: Kline y Rosenberg, 1986)**

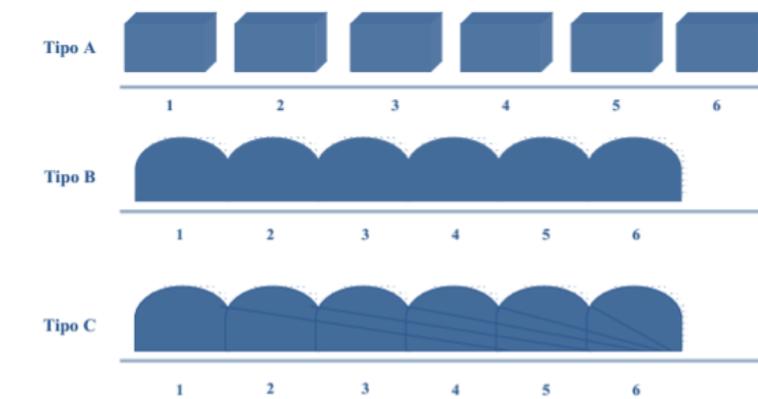
Herrera (2008) plantea un modelo de proceso de I+D (adoptado en la norma UNE 166002 sobre Gestión de la I+D), tomando como base el modelo modificado de enlaces en cadena de Kline (Figura 4). Este modelo intenta representar la complejidad e incertidumbre que implica un proceso de I+D, y la relación entre la innovación y las actividades de investigación y desarrollo. Se necesita una coordinación constante entre los conocimientos técnicos requeridos y las necesidades del mercado, para resolver simultáneamente las obligaciones económicas, tecnológicas y de todo tipo, que impone el proceso de I+D.



Figura 4. Modelo de Proceso de I+D (Fuente: Herrera, 2008)

La cuarta generación corresponde a un modelo integrado (Figura 5). Aunque el modelo mixto incorpora procesos retroactivos de comunicación, esencialmente es un modelo secuencial. A partir de la segunda mitad de la década de los ochenta se comienza a considerar que las fases de la innovación tecnológica, sobre todo desde el punto de vista operativo o de gestión, deben ser consideradas mediante procesos no secuenciales, es decir, en procesos simultáneos o concurrentes como consecuencia de la necesidad de acortar el tiempo de desarrollo del producto para introducirlo más rápidamente que nuestros competidores en el mercado.

Este modelo, desarrollado en sus inicios por el sector del automóvil japonés, persigue una mayor integración de las fases del proceso de innovación, lo que implica un elevado nivel de coordinación y control a lo largo del proceso.



**Figura 5. Fases de desarrollo de producto Secuenciales (A) vs Solapadas (B y C) (Fuente: Takeuchi y Nonaka, 1986)**

Finalmente, la quinta generación comprende los modelos en red. En la actualidad se tiene la evidencia de que la innovación tecnológica es algo más que un proceso secuencial o integrado; es un proceso "en red", como lo demuestra el número de alianzas estratégicas de carácter horizontal basadas en la colaboración interempresarial para el desarrollo de la innovación (Haklisch y Fusfeld, 1987; Hagedoorn, 1990; Dodgson, 1994). Así, las relaciones de carácter vertical con los proveedores, han llegado a alcanzar un carácter estratégico haciendo que las pequeñas y medianas empresas establezcan una amplia variedad de relaciones con las grandes empresas en los procesos de innovación (Rothwell, 1994). La red se va ampliando recientemente tratando de involucrar a los clientes especializados en los procesos de innovación.

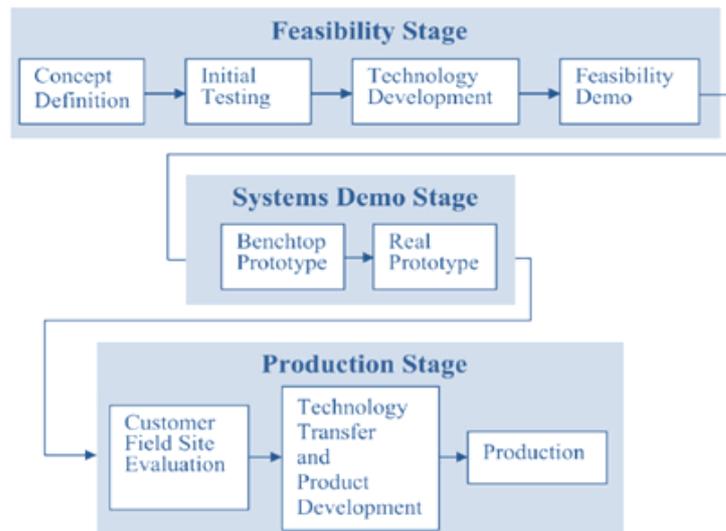
En general, los modelos presentados, como mencionan Velasco, Samanillo e Intxaurburu (2007), presentan debilidades comunes:

- Están orientados a la obtención de un nuevo producto, dejando de lado otro tipo de innovaciones (de proceso, organizativas, etc.).
- La mayoría de los modelos parecen estar orientados a empresas de gran tamaño, que disponen de departamentos internos de I+D, dejando de lado empresas de menor tamaño.
- Los modelos conciben la innovación como el desarrollo y comercialización de una idea; por ello su análisis comienza con la generación de una idea y terminan con la comercialización del producto.

La mayoría de ellos omiten la etapa determinante de generación de ideas y exploración (etapa pre-innovación). En la etapa de pre-innovación o de exploración, se generan ideas y se evalúan opciones, por lo que la creatividad y el recurso conocimiento externo a la empresa resultan vitales (Forrest, 1991).

- La mayoría de los modelos fallan a la hora de incorporar la etapa post-innovación, aquella que tiene lugar una vez que el producto ha sido lanzado en el mercado. La consideración de esta fase final permite la introducción de modificaciones en el producto, de forma que se adapte a las necesidades cambiantes del mercado, que responda a la competencia, y que facilite el desarrollo de los llamados productos de “siguiente generación”. En algunos modelos esta etapa se incorpora como fase de “re-innovación”, en la cual los productos son modificados como resultado de los inputs obtenidos de los usuarios (Forrest, 1991).

Verma et al (2011), plantean un modelo de proyecto según el proceso de desarrollo de producto de una organización industrial de I+D analizada en EEUU. Según ellos, existen tres etapas en su proceso de desarrollo de productos: (i) viabilidad, (ii) de demostración de sistemas, y (iii) producción (Figura 6). La etapa de viabilidad es un ejercicio de demostración de tecnología. La etapa de demostración de sistemas es una etapa de desarrollo de prototipos donde la tecnología demostrada en la etapa de factibilidad está integrada en un sistema existente. Por último, en la etapa de producción, el diseño de prototipo se transfiere a la unidad de negocio para su producción comercial.



**Figura 6. Etapas del proceso de desarrollo de producto en una organización de I+D**  
(Fuente: Verma et al, 2011)

Según Lambert (2006) lograr una aplicación sensata, beneficiosa y rentable de gestión de proyectos en la investigación y el entorno de desarrollo puede ser tan difícil y desafiante como los problemas técnicos que el investigador trata de resolver.

Para la evaluación de la aplicabilidad de la gestión de proyectos y la determinación del grado en que se lleva a cabo, es de suma importancia que se comprendan el grado de incertidumbre y riesgo asociados. Lambert (2006) plantea que la gestión del proyecto no se puede aplicar de la misma manera a todos los proyectos de investigación y desarrollo. Cuanto mayor sea el nivel o grado de incertidumbre, se debe evaluar más cuidadosamente la utilización de técnicas de gestión de proyectos. Las herramientas de gestión de proyectos y sus técnicas seleccionadas deben ser implementadas a conciencia.

La selección de las herramientas más adecuadas de gestión de proyectos de I+D no es tarea fácil. No se puede ver la I+D como un proceso de un único componente. Para darse cuenta de los máximos beneficios de gestión de proyectos el usuario debe reconocer la sutil, pero crítica diferencias entre la investigación y el desarrollo.

El ciclo de vida de un proyecto de I+D puede dividirse en tres fases distintas siguiendo la propuesta de Lambert (2006), dos de los cuales son

relacionadas con una investigación más básica y otra de desarrollo. La Fase I de investigación es la fase de exploración (R1), o "básico". La Fase II, es la fase de investigación (R2): la viabilidad, o "aplicaciones". La Fase III de desarrollo (D) puede ser mejor descrita como refinamiento u "optimización".

Las aplicaciones de gestión de proyectos de I+D son variadas. Existen diferencias considerables en el ámbito técnico y de gestión de las necesidades en función del tipo de proyecto que se lleva a cabo. La función de un proyecto de I+D es dar realismo al proceso y justificar el que las ideas son realmente factibles y tendrán un impacto social y

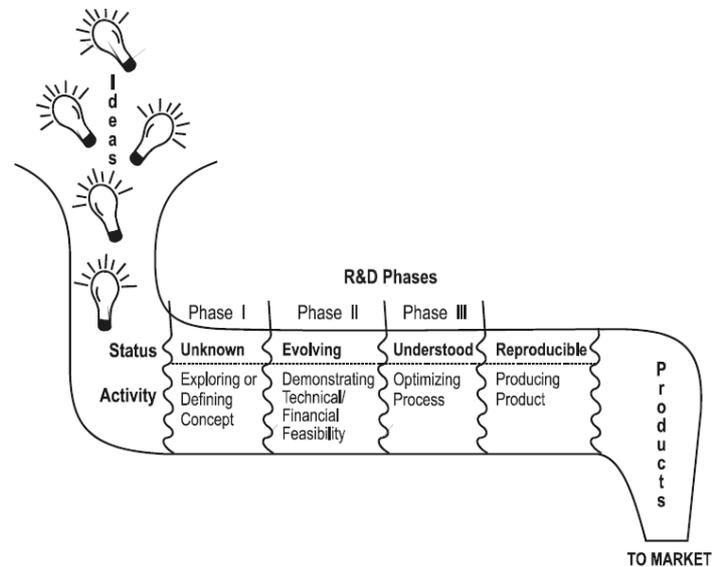


Figura 7. Ciclo de vida de un proyecto de I+D. (Fuente: Lambert, 2006)

económico significativo en el mercado. El proceso de gestión del proyecto mejora las posibilidades de un gerente de proyectos de mantener la atención en las pocas ideas que presentan el más alto retorno de la inversión (ROI).

A medida que el ciclo de vida de un proyecto de I+D progresa desde una idea hasta un producto nuevo o mejorado real, pasa a través de las tres fases citadas anteriormente. Los beneficios obtenidos de la utilización de las técnicas de gestión de proyectos aumentan rápidamente en función de la reducción de la incertidumbre.

Tanto la fase II como la fase III dan cuenta de beneficios sustanciales derivados del uso de un enfoque de gestión de proyectos.

Independientemente de la organización, los tipos de herramientas de gestión de proyectos o técnicas seleccionadas, o la sofisticación en la implementación de la gestión del proyecto, dos factores son la clave para que la gestión de proyectos de I+D sea efectiva: (1) claridad y comprensión de las metas

y los objetivos del proyecto, y (2) el compromiso y la comprensión del proceso de gestión de proyectos de las personas (los usuarios del proceso).

El modelo de innovación de las RTOs (Research and Technology Organizations) como se describe en el informe de Arnold et al. (2010:10-11) comprende las siguientes etapas:

- (i) la investigación y el desarrollo exploratorio para desarrollar un área de capacidad o una plataforma tecnológica,
- (ii) seguir trabajando para perfeccionar y aprovechar ese conocimiento, a menudo en proyectos de colaboración con la industria, y
- (iii) la explotación más rutinaria de este conocimiento a través de la consultoría, la concesión de licencias y la creación de empresas spin-off.

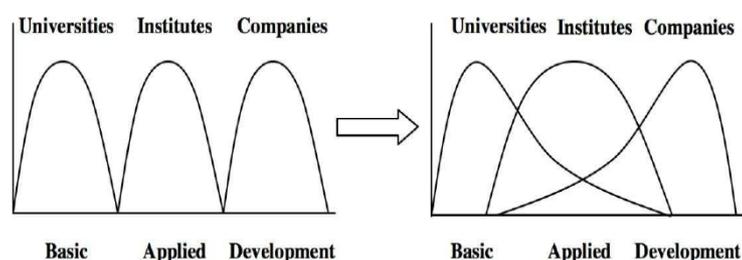


Figura 8. La ruptura del modelo de "tres jobas". (Fuente: Arnold et al, 2010)

Por lo tanto, las RTO no desempeñan la innovación como universidades ni como empresas privadas. Gracias a su financiación pública pueden invertir en la investigación para el desarrollo de capacidades que sus clientes no pagarían, pero al mismo tiempo necesitan mantener sus vínculos con la industria a fin de asegurar los fondos adicionales que necesitan. Así que en el sistema de innovación su papel es muy distinto. Sin embargo, el autor plantea que en realidad no podemos confiar en el modelo de las "tres jobas" (Figura 8 izquierda), según el cual las universidades hacen investigación básica, institutos (como RTO) hacen investigación aplicada con el fin de transferir de sus conocimientos a la industria que utiliza este conocimiento para obtener ganancias (Arnold et al., 2010). Este modelo parece ser simplificado hoy y su desglose

muestra la superposición de actividades entre los tres actores, como se ilustra en la Figura 8, derecha. Los tres actores están cada vez más solapados, con funciones complementarias (empresas que realizan investigación o universidades comercializan sus trabajos de investigación a través de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT)).

Albornoz (2014), plantea que el modelo lineal de un continuo desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico utilizado en tiempos de posguerra se basaba en diferentes supuestos:

- i) los distintos tipos de conocimiento son de naturaleza homogénea y que se diferencian entre sí sólo por su posición en un gradiente.
- ii) la investigación aplicada e incluso la tecnología derivan de la investigación básica.
- iii) al garantizar la excelencia de la investigación se asegura al mismo tiempo la disponibilidad de conocimientos útiles.
- iv) los únicos juicios de valor atendibles son aquellos que remiten a la calidad de la investigación.
- v) los indicadores necesarios son aquellos que miden la intensidad de los insumos: la inversión, la dotación de investigadores y tecnólogos, la disponibilidad de infraestructuras y algunos resultados cuantificables. En este esquema, los juicios de valor atañen exclusivamente a los pares académicos.

El modelo fue exitoso, pero según Albornoz no distinguir entre ciencia y tecnología, o entre tecnología e innovación, y el seguimiento de un modelo lineal, en el que una deriva necesariamente de la otra, puede conducir a deformar la realidad.

Según el autor no todas las tecnologías surgieron como resultado de la ciencia. Investigaciones de historiadores demuestran que hasta hace no mucho tiempo fueron pocas las tecnologías que surgieron como aplicaciones de la ciencia, y sólo en algunos campos. En ciertos casos, como el de la óptica, la

tecnología tuvo más impacto en la ciencia que, al contrario. Algo parecido ocurre con algunos desarrollos instrumentales basados en la TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación).

En cambio, en algunas disciplinas el conocimiento nuevo y los productos comercializables emergen juntos del laboratorio. En la segunda mitad del siglo XX, el desarrollo de armamento, por un lado, y las aplicaciones de la biotecnología, las TICs y más recientemente las nanotecnologías, a la producción de bienes, han abierto un camino directo del laboratorio a los desarrollos tecnológicos.

El autor plantea que, aunque los límites entre la ciencia y la tecnología muchas veces no son claros, ambas deben ser diferenciadas ya que remiten a procesos sociales distintos y a actores con lógicas diferentes en sus procesos de toma de decisión. Esta distinción tiene una importancia clave para el diseño de políticas y para la gestión.

Para los países de Iberoamérica esta lección tiene particular importancia porque durante décadas gran parte de los esfuerzos en ciencia y tecnología fueron hechos siguiendo el modelo lineal.

Albornoz (2014) comenta que hemos aprendido algo que en los años setenta una generación de latinoamericanos como Jorge Sábato ya sabían: “la ciencia y la tecnología requieren políticas diferenciadas, aunque complementarias. La tecnología es una mercancía, decía Sábato y los laboratorios en los que se produce conocimiento tecnológico son auténticas fábricas que elaboran un bien comercializable. La tecnología no solo se compone de conocimiento científico, sino de experiencia y aprendizaje práctico.”

El autor sugiere que distinguir la ciencia de la tecnología permite elaborar mejores políticas: acercar la investigación a las instituciones de educación y de salud, entre otras, y enfocar el problema tecnológico a partir de las necesidades de los sistemas productivos.

Para resumir, la mayoría de los modelos encontrados durante nuestra revisión bibliográfica se plantean como lineales, pero estas pueden, como

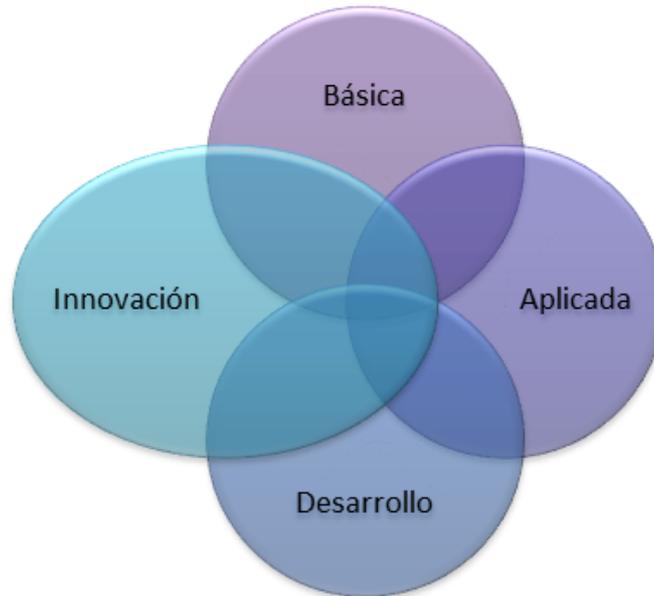
mencionó Albornoz, llevar a representaciones distorsionadas de la realidad. Por esta razón, planteamos un nuevo modelo teniendo en cuenta características de los modelos anteriores, pero descartando la linealidad del proceso de I+D.

La clasificación de los modelos de I+D en generaciones indica que la perspectiva de los procesos de I+D están cambiando, adaptándose al contexto que lo rodea y los requisitos previos, y que los procesos de I+D pueden ser una fuente de importancia competitiva cuando se enfrentan a esos cambios. Sin embargo, son modelos centrados en el mundo empresarial.

A raíz de la reciente publicación de la norma europea CEN/TS 16555-1 (CEN, 2013) se prevé que se normalice el proceso de innovación como un proceso de flujo continuo de generación de ideas, su gestión y desarrollo como proyecto, la explotación e introducción en el mercado, y la evaluación y mejora a partir de los resultados.

La I+D por su lado, para el caso español y recientemente también aplicada en Portugal, dispone de la serie de normas UNE 166000 basada en la estandarización de la gestión de la investigación, el desarrollo y la innovación, con un grupo de trabajo WG 201 de CEN sobre I+D. En estas normas se proponen procesos de I+D donde a partir de la investigación, desarrollo y de nuevas ideas se desarrollan proyectos de innovación para lograr un nuevo producto con retroalimentaciones posibles. Sin embargo, tiene sus limitaciones en relación a su fin último, que es siempre el producto. La relación más o menos lineal entre la I+D no contempla la gestión de carteras o el cierre anticipado de proyectos y se centra más en la buena documentación de procesos que en una óptima gestión (Cynertia, 2010).

En este contexto, parece oportuno establecer un esquema que permita comprobar los límites y a partir de ahí estudiar las características de los proyectos de I+D y el tipo de producto resultante (Figura 9).



**Figura 9. Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación. (Fuente: Elaboración Propia. Autores: Cassanelli, Fernández-Sánchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role)**

Este modelo establece el dominio de definición para los tres tipos de proyectos de investigación junto con los de innovación, identificando las diferentes actividades de investigación que se puede encontrar en proyectos de I+D. En este sentido, los proyectos pueden definirse en las regiones del dominio. Así, es posible encontrar proyectos con una definición de alcance que considera actividades de investigación básica y aplicada, aplicada y desarrollo, básica y desarrollo, etc. En el modelo estos proyectos se encontrarían en las intersecciones de las regiones definidas.

El diseño por dominios tiene en cuenta la complejidad del producto de proyectos de I+D y evita establecer flujos de procesos prefijados para el mismo permitiendo que la generación de ideas inicie un proyecto en cualquier dominio de la figura. Incorpora relaciones entre las diferentes actividades y permite identificar las componentes de I+D en un proyecto específico. El producto de un proyecto puede ser un conocimiento publicable, patentable, o bien una etapa previa en la evolución hacia una mercancía o servicio. La innovación cuenta con un dominio de definición propio y en general para este tipo de proyectos se integran resultados de las áreas de investigación básica, aplicada y desarrollo.

Con este modelo las características de un proyecto de I+D se definen identificando la región según sus componentes de investigación básica, aplicada, desarrollo e innovación. Con esta información cualitativa por ejemplo es posible establecer las características de los recursos humanos que integran el equipo, el nivel de riesgo y aplicabilidad de metodologías y técnicas de gestión de proyectos según establece Lambert (Lambert, 2006) que agreguen valor. A continuación, profundizamos en el análisis de las particularidades de cada dominio que permitirá conocer las necesidades a tener en cuenta para la gestión de proyectos de I+D.

## 2.2 ADN de Proyectos de I+D

A partir de la Figura 9 anterior se propone tratar cada actividad de la I+D como un dominio con características singulares. La gestión de proyectos no puede ser igual en todo el proceso de investigación: cuanto mayor sea el nivel o grado de incertidumbre se debe evaluar más cuidadosamente la utilización de técnicas y estándares de gestión de proyectos (Lambert, 2006). Por tanto, parece necesario distinguir las características inherentes a cada actividad, así como las competencias y conocimientos para gerenciar cada uno.

Existen dos tipos principales de diferencias en el ámbito técnico y de gestión en los proyectos de I+D, en función del objetivo de la actividad y si el resultado esperado es un conocimiento o un producto comercial nuevo (Van Ark et al, 2008).

Por ejemplo, las actividades en investigación aplicada y desarrollo, que representaron aproximadamente el 95% de la actividad del sector de I+D en USA durante el año 2004, los proyectos cuentan con un plazo de ejecución de dos años con un objetivo comercial al finalizar ese periodo. Por otro lado, la investigación básica que representa el 5% de la actividad del sector de I+D, se caracteriza por contar con un plazo de ejecución superior a tres años y carecer de un objetivo comercial inmediato al finalizar el proyecto. (US Business R&D in 2004).

Asimismo, los proyectos de I+D cuando se los compara con otros sectores de actividad con mayor madurez se caracterizan por contar con niveles significativos de riesgo e incertidumbre (Rammer et al, 2009). Las componentes de gestión que se ven frecuentemente afectadas son los cambios en alcance, objetivos y plazo que experimentan (Verma et al, 2011).

Los proyectos de I+D tienen como característica fundamental la incertidumbre tecnológica y de la demanda, siendo difícil considerar en la etapa de planificación el conjunto de detalles del proyecto, los objetivos concretos y la viabilidad de la tecnología (Zhao and Yu, 2013). En estos proyectos la gestión de riesgos cobra una importancia clave (Alabau, 2011) y a pesar de los altos riesgos, éstos pueden convertirse en oportunidades aún existiendo una desviación en sus objetivos (Cynertia, 2010). Aunque se debe considerar permanentemente esta condición propia de los proyectos de I+D, como por ejemplo en el sector de innovación que puede experimentar un alto porcentaje de fracaso de proyectos y cancelaciones durante la ejecución (Anbari and Kwak, 2004).

En la industria farmacéutica, la tasa de éxito de un proyecto de desarrollo de drogas a partir del primer estudio en humanos hasta la puesta en marcha es inferior al 10 % (CMR International, 2006). Además del diferente nivel de riesgo de cada proyecto (Investigación o Desarrollo), también son de distinto tipo. Para Van Ark et al (2008) existen dos tipos de riesgos característicos de la investigación. Por un lado, el riesgo técnico, cuando la investigación genera productos sin uso comercial. Pero, por otro lado, incluso aunque la investigación logre un producto viable comercialmente, puede que no encaje en el plan estratégico de la organización (riesgo de negocio). Sin embargo, en los proyectos de desarrollo e innovación la escala de recursos necesarios se conoce desde el principio, el horizonte temporal es más corto (6 meses a 2 años), el nivel de riesgo técnico es mucho menor, y el riesgo clave asociado es el de mercado (distinto a su vez de los riesgos del negocio, aspecto más interno que externo).

Pero, en cualquier caso, la eficiencia o las tasas de éxito son conceptos difíciles de tratar, en el sentido de que generalmente se miden únicamente los éxitos económicos posteriores, las publicaciones o patentes. Sin embargo, debería ser definido y medido con el fin de lograr los objetivos tecnológicos y de

mercado (Sánchez and Pérez, 2002). Según estos autores, muy poco se sabe sobre lo que los gestores hacen en su gestión de proyectos de I+D y sus análisis de eficiencia.

En cuanto a los recursos afectados a los proyectos de I+D y en particular a su distribución temporal dentro del presupuesto, Rammer et al (2009) consideran que los proyectos de investigación suelen estar asociados con altos costes de entrada relacionados con inversión en laboratorios y capital humano. Además, el proceso de producción y la estructura de costes varían entre las actividades de I+D.

Las diferentes características entre los proyectos de investigación y desarrollo se ven reflejadas directamente en las estructuras de costes de cada uno. La mayor diferencia encontrada por Van Ark et al (2008) es que las empresas utilizan proporciones similares de gastos corrientes para ambas actividades, mientras que el balance entre los recursos humanos y el equipamiento es muy marcado hacia la partida de personal en el caso de investigación (60 % frente al 15 %), mientras que en desarrollo se presenta más equilibrada (43 % frente al 31 %).

En cuanto al número de personas del equipo investigador, Girard and Schiraldi (2008) analizan la influencia de esta variable en el funcionamiento del proyecto de I+D concluyendo que en proyectos de complejidad media, las dimensiones del equipo funcionan razonablemente bien; en proyectos de baja complejidad con seis miembros la creatividad está ya saturada y es preferible trabajar con sólo dos miembros; y, por último, al aumentar el nivel de creatividad requerido, el número ideal de los miembros del equipo tiende hacia un número más allá del cual la creatividad aumenta por lo menos un 10%.

En términos de locación por tipo de proyectos, la investigación básica se desarrolla principalmente en las universidades, en tanto que la investigación aplicada es más frecuente en los centros de investigación y finalmente en la industria es donde se observan principalmente los proyectos desarrollo e innovación (Arnold et al, 2010). Por ejemplo, proporcionalmente la distribución de proyectos de investigación básica es del 60 % en las universidades y el 20 % en

la industria para EEUU (SEI, 2014).

Analizando los organismos financiadores para proyectos de I+D en EEUU (SEI, 2014) se aprecia en el periodo 1990 a 2011 que, para la investigación básica, la administración pública financia aproximadamente el 60 %, las instituciones académicas y organizaciones sin ánimo de lucro algo más del 20 % y, el resto el sector privado. Sin embargo, en la investigación aplicada es este último quien financia y desarrolla más del 80 % de los proyectos.

En la siguiente Tabla 1 se pueden observar las características cualitativas de cada tipo de proyecto que se encuentran en el sector de I+D. Se incluyen sintéticamente las valoraciones de grado de complejidad, logro de objetivos, incertidumbre y riesgo, plazos, costes, RRHH y la organización.

Cuando revisamos las valoraciones de la tabla teniendo en cuenta el aporte que puede obtenerse desde la gestión para este tipo de proyectos, se puede apreciar que existe una diferencia significativa entre un proyecto de investigación básica y uno de desarrollo tanto en los objetivos, el riesgo, los plazos, los costos, los recursos humanos y la organización donde se llevan a cabo. Por ejemplo, es poco probable que encontremos un investigador con fuertes competencias para trabajar en investigación básica haciéndolo en un proyecto de desarrollo. Asimismo, son diferentes las características de la incertidumbre y el tipo de riesgo que se debe gestionar, las fuentes de recursos financieros, los montos de estos recursos, el ámbito donde se desarrollan y los plazos de ejecución.

**Tabla 1. Características de los proyectos de I+D (Fuente: Cassanelli, Fernández-Sánchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role)**

	INVESTIGACIÓN		DESARROLLO	INNOVACIÓN DE PRODUCTO
	BÁSICA	APLICADA		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	- Exploración, o "básico" -Trabajos experimentales o	-Viabilidad, o "aplicaciones" -Dirigida fundamentalmente hacia un objetivo	-Refinamiento u "optimización". -Trabajos sistemáticos basados en conocimientos	-Puesta en mercado de un producto tecnológicamente nuevo o mejorado o la utilización dentro del proceso

Capítulo 3: Competencias del Gestor y del Investigador Principal

	<p>teóricos</p> <p>-Sin perspectivas de aplicación práctica inmediata</p> <p>-Más formal</p>	<p>práctico u objetivo específico</p> <p>-Tiene sus fundamentos en la investigación básica</p> <p>-Menos formal</p>	<p>existentes obtenidos de la investigación y la experiencia práctica</p>	<p>productivo de un proceso tecnológicamente nuevo o mejorado</p> <p>-Se utilizan conocimientos y herramientas pre-existentes</p>
<b>OBJETIVOS</b>	<p>Busca el conocimiento por el conocimiento mismo.</p> <p>Busca determinar nuevos conceptos o principios científicos.</p>	<p>Busca utilidad a los conocimientos adquiridos por la investigación básica.</p>	<p>Busca aplicación de resultados de investigación u otro conocimiento para la fabricación de nuevos materiales, productos, diseño de procesos, sistemas o mejora técnica sustancial de los preexistentes.</p>	<p>Busca la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes.</p>
<b>COMPLEJIDAD</b>	Alta	Alta	Media	Media
<b>EXITOS</b>	Bajo	Bajo	Medio	Alto
<b>INCERTIDUMBRE Y RIESGO</b>	Muy alto	Alto	Menor que en Investigación	Menor que en anteriores
<b>PLAZOS</b>	Largos	Medios-Largos	Medios	Cortos
<b>COSTES</b>	Altos	Altos	Medios-Altos	Medios-Altos
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<p>Científico-Investigador científicos con títulos de doctorado</p> <p>Bajo número de investigadores por proyecto</p>	<p>Equipo de Investigación altamente capacitados</p> <p>Medio número de investigadores por proyecto</p>	<p>Científicos e Ingenieros, con nivel de pregrado o de maestría, y tecnólogos</p> <p>Alto número de investigadores por proyecto</p>	<p>Profesionales de la industria</p>
<b>ORGANIZACIÓN</b>	<p>-Fundamentalmente Universidades</p> <p>-Laboratorios de investigación de firmas muy grandes</p> <p>-Laboratorios de centros de investigación</p>	<p>-</p> <p>Fundamentalmente centros de investigación aplicada</p> <p>- Universidades</p> <p>-Laboratorios de investigación de la industria</p>	<p>-Fundamentalmente laboratorios de desarrollo de la industria</p> <p>-Centros de investigación</p> <p>-Universidades</p>	<p>-Fundamentalmente Industria</p> <p>-Resto de actores (creatividad e innovación es transversal)</p>

## CAPÍTULO 3: COMPETENCIAS DEL GESTOR Y DEL INVESTIGADOR

Los proyectos de I+D en función de su estado, cuentan con características distintas, con enfoques diversos para la gestión de los mismos según la organización que lo desarrolla, con diferentes líderes de equipos de investigación y, con gestores de proyectos singulares. Se requieren competencias generales y específicas de los RRHH involucrados en cada etapa del proyecto de I+D.

Las competencias son las capacidades individuales que permiten realizar tareas u obtener ciertos logros en forma eficiente y eficaz. Entre sus componentes están las destrezas, habilidades, conocimientos, actitudes, rasgos personales (Letelier, 2003).

Según Kofi Annan, United Nations, 1999, competencia es la combinación de habilidades, atributos y comportamientos que están directamente relacionados con un desempeño exitoso en el trabajo.

El objetivo del capítulo consiste en analizar comparativamente las competencias de los gestores de proyecto definida en los estándares con aquellas de los investigadores principales con responsabilidad de gestor de proyectos de investigación. De manera de establecer si las competencias requeridas como gestor de proyecto se encuentran dentro de los antecedentes esperados del equipo de dirección en proyectos de I+D.

### 3.1 Roles y Competencias del Gestor de I+D

Como se puede establecer de los párrafos previos la aplicación estructurada de metodologías de gestión de proyectos debe considerar las particularidades de la actividad del sector de I+D, y dentro de este sector las características de los diferentes proyectos que se realizan. La cuestión que se plantea es, en cada caso particular, cuánto valor puede agregar la implantación de una aplicación metodológica de gestión para estos proyectos. Ésta, debería ser una extensión de las metodologías tradicionales o considerarse un punto de

vista particular. La resolución de estas cuestiones presenta dificultades similares a los problemas que el investigador está tratando de resolver en los proyectos de I+D (Lambert, 2006).

Se encuentra establecido que la aplicación de metodologías tradicional de gestión de proyectos otorga beneficios en la reducción de la incertidumbre. Esta circunstancia hace que esta modalidad se haya convertido en la manera de gestionar estas iniciativas en los proyectos de innovación que desarrollan las empresas (Filippov and Mooi, 2010). La innovación en este caso es una etapa previa que se encuentra próxima a la de producción.

Esta aplicación evidente en el caso de proyectos de innovación de las metodologías tradicionales, experimenta importantes cambios de escenario y restricciones al comparar, por ejemplo, las características propias entre este sector y el de investigación básica, en la Tabla 1. Por ejemplo, la comunicación con un científico en un proyecto de investigación básica y con un tecnólogo en uno de innovación requiere características y competencias diferenciales de parte de los integrantes de los equipos de dirección de proyecto.

Si bien parecería ser que en los proyectos de innovación la aplicación de metodologías cuenta con la ventaja de un entorno próximo a la producción, los investigadores industriales tienen unas características singulares: conflicto de doble pertenencia a la empresa y a la comunidad científica; con el tiempo una relación inversa entre creatividad y experiencia; y la dificultad que tienen en colaborar con otros grupos de trabajo, Petroni et al (2012).

Siendo el sector de I+D un sector tan potente económicamente, como se ha señalado en la introducción, además de estar fuertemente proyectizado, parece evidente que el gestor del proyecto sea una figura clave en el proceso. De este modo, se plantea la reflexión del rol y las competencias del gestor de proyectos en este sector.

En el estudio de las competencias se distinguen entre las genéricas y las técnicas, donde las primeras se relacionan con cualidades personales y de relaciones humanas, mientras que las segundas se relacionan con la pericia,

conocimiento del área y de los procesos. Por lo tanto, para que un docente tenga éxito en la función de investigador debe tener un alto nivel de competencias técnicas, es decir manejar los conceptos, técnicas y procedimientos que le permitan aplicarlas en el proceso de investigación, y competencias genéricas, relacionadas con la motivación al logro, la iniciativa, manejo de relaciones, entre otros, para su manejo exitoso en el mencionado proceso.

En la actualidad no es suficiente haber adquirido las competencias técnicas para considerarse un profesional competente y competitivo que logra los resultados esperados. Por otro lado, la complejidad de los proyectos ha llevado a abandonar planteamientos clásicos de trabajo individual para adoptar una visión integrada y fortalecer el trabajo en equipo.

Díaz, Percivale (2013) plantean que tanto la literatura del Project Management Institute (PMI) como la práctica nos demuestran que la exitosa gestión de un proyecto no solo requiere de directores de proyectos calificados con conocimiento y habilidad en aplicar los estándares globales del PMI, sino también son importantes sus competencias personales, tales como la buena comunicación, el liderazgo, el trabajo en equipo, el saber gerenciar, su efectividad y el comportamiento ético.

El IPMA (International Project Management Association) cuando refiere a competencias de un gerente de proyecto comienza definiendo que es una competencia.

Según esta Asociación el término competencia tiene sus orígenes en la palabra latina *competentia* que se refería a quien “está autorizado para juzgar”, así como “tiene derecho a hablar”. Se requieren tres tipos de competencias:

- Competencia técnica, para describir los elementos de competencia fundamentales para la dirección de proyectos. Cubre el contenido de la dirección de proyectos, en ocasiones citado como elementos básicos.
- Competencia de comportamiento, para describir los elementos de competencia personal para la dirección de proyectos. Cubre las actitudes y destrezas del director de proyecto.

- Competencia contextual, para describir los elementos de competencia para la dirección de proyectos relacionados con el contexto de un proyecto. Cubre la competencia del director de proyecto para relacionarse dentro de una organización funcional (las operaciones de negocio de la organización permanente a la que pertenece el proyecto) y la capacidad para funcionar en una coorganización por proyectos.

Según el Project Manager Competency Development Framework (Marco de Desarrollo de Competencias del Director de Proyecto, o PMCD) del PMI, un gestor competente no solo debe contar con los conocimientos de gestión de proyectos, sino también debe contar con las competencias personales a la hora de reconocer los requerimientos de todos los interesados o “stakeholders”.

El PMBOK Guide incluye competencias de conocimiento (knowledge competencies), compuesto de competencias de rendimiento (performance competencies) y competencias personales (personal competencies).

Por otra parte, las competencias técnicas pueden definirse como los requisitos de conocimientos y experiencia que demanda el trabajo, el cual puede haberse obtenido por educación formal, por el ejercicio de sus funciones o por ambas, se concreta en procedimientos prácticos, técnicos, conocimientos y experiencia (Morales y Velandia, 1999).

Según Leboyer (1997:43) “las competencias están estrechamente ligadas a las actividades profesionales y, más concretamente, a las misiones que forman parte del puesto”. Igualmente, plantea que las mismas están relacionadas con el dominio de aptitudes, conocimientos, actitudes, fuente de motivación y rasgos de personalidad.

La competencia requerida por los cuerpos de conocimientos de referencia en el sector de gestión de proyectos para los integrantes de estos equipos pone en evidencia la exigencia sobre estos recursos humanos. En la Tabla 2, se presenta de modo resumido las competencias generales para un gestor de proyectos establecidas por la International Project Management Association identificada como ICB Versión 3.0 y el Project Management Institute.

**Tabla 2. Competencias del gestor de proyectos según PMI e IPMA (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014. Artículo del IJoPM R&D Project, Research Type Characterisation and Project Manager Role)**

<b>COMPETENCIAS DEL GESTOR DE PROYECTOS</b>	
<b>IPMA, 2013</b>	<b>PMI, 2013</b>
<p>-Competencias personales:</p> <p>Confianza en sí mismo, Motivación, Autocontrol, Compromiso, Liderazgo, Relajación, Actitud abierta, Creatividad, Orientación a resultados, Eficiencia, Consulta, Negociación, Conflictos y crisis, Fiabilidad, Apreciación de valores, Ética</p> <p>-Competencias técnicas:</p> <p>Éxito en la dirección de proyectos, Partes involucradas, Requisitos y objetivos del proyecto, Riesgo y oportunidad, Calidad, Organización del proyecto, Equipos de trabajo, Resolución de problemas, Estructuras del proyecto, Alcance y entregables, Tiempo y fases de un proyecto, Recursos, Coste y financiación, Aprovisionamiento y contratos, Cambios, Control e informes, Información y documentación, Comunicación, Lanzamiento, Cierre</p> <p>-Competencias Contextuales</p> <p>Orientación a proyectos, Orientación a programas, Orientación a carteras, Implantación de proyectos, programas y carteras, Organizaciones permanentes, Negocio, Sistemas, productos y tecnologías, Dirección de personal, Seguridad, higiene y medio-ambiente, Finanzas, Legal</p>	<p>- Fundamentos de la dirección de proyectos:</p> <p>Ciclo de vida del proyecto, Patrón de la dirección de proyectos, Actores interesados y organizacionales</p> <p>- Conocimiento de las normas y regulaciones del área de aplicación del proyecto</p> <p>- Comprensión del entorno interno y externo del proyecto:</p> <p>Cultural, social, Físico y político, Económico y de mercado, Internacional y nacional</p> <p>- Competencia en conocimientos y habilidades de gestión, madurez</p> <p>- Competencia en conocimientos y habilidades sociales:</p> <p>Liderazgo, Desarrollo de equipos, Motivación, Comunicación, Influencia, Toma de decisiones, Sabiduría política y cultural, Negociación, Gestión de conflictos, Entrenamiento</p>

Como se aprecia de la Tabla 2, las competencias requeridas demandan de los recursos humanos un grado de madurez elevado en gestión de proyecto, formación permanente y experiencia en estas responsabilidades.

Para los proyectos de I+D que se desarrollan en el sector académico estas responsabilidades recaen sobre sus mejores recursos humanos que son los investigadores principales. Tanto las organizaciones de ciencia y tecnología como los organismos de financiamiento establecen su preferencia sobre que los investigadores principales sean responsables por la planificación, gestión, ejecución, reportes, etc., de los proyectos a los que le asignan fondos para su

consecución.

En este sentido, es poco frecuente que a los investigadores principales se les requiera competencias en gestión de proyectos de I+D. Por ejemplo, en el sistema científico tecnológico de Argentina la evaluación de investigadores cuenta con un sistema de categorización de cinco niveles. La organización responsable de este sistema es la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la República Argentina. Las pautas de evaluación de los investigadores consideran los antecedentes en las áreas de: formación académica, cargo en docencia, actividad y producción en docencia, investigación científica o artística o desarrollo tecnológico en proyecto acreditado, actividad y producción en investigación científica o desarrollo tecnológico, producción artística, transferencia de conocimientos, formación y dirección de recursos humanos para la investigación, el desarrollo tecnológico y la creación artística y gestión de la universidad. Para el caso de México, que cuenta con el Sistema de Investigadores Nacionales (SIN) que depende del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por ejemplo, para el Área VII: Ingenierías Criterios Específicos de Evaluación de los investigadores los mismos son similares al caso argentino.

Siguiendo la línea, Pirela de Faria and Prieto de Alizo (2006), identifican y definen a nivel académico las competencias de los docentes que ejercen la función de investigación en su contexto. Señalan que en las convocatorias públicas y privadas de I+D, lo que más se valora del equipo de investigación y, principalmente, del investigador principal (el gestor del proyecto de facto), son sus competencias científicas medidas mediante su recorrido científico basado en publicaciones, patentes, proyectos de investigación, etc. en el área de conocimiento científico.

Como se puede observar de las pautas, las mismas hacen foco en los antecedentes del investigador a través de los resultados en sus áreas de trabajo centrales, el grado académico, la actividad en docencia, la investigación, la generación de patentes, etc.

Para resumir, el trabajo de investigador requiere competencias referidas al

manejo, conocimiento y habilidades necesarias para plantear y desarrollar investigaciones, las cuales están asociadas a las etapas de cualquier estudio, en relación a identificar, plantear y formular problemas, diseñar objetivos, manejo de fuentes de información, elaboración del marco teórico, formular hipótesis, definir conceptual y operacionalmente las variables, definir el tipo y diseño de investigación, determinar la población, el muestreo, el tamaño de la muestra, diseñar los instrumentos de medición, codificar y tabular los datos, seleccionar el tipo de análisis a aplicar, presentar, interpretar los resultados y elaborar el informe. Estas competencias se derivaron del análisis de las actividades que se realizan en el proceso de investigación, las cuales ameritan conocimientos, habilidades y destrezas específicas.

Al comparar las competencias exigidas para la gestión de proyectos, Tabla 2, con los criterios para la evaluación de investigadores tanto en Argentina como en México, se observa que los esquemas de categorización de los investigadores se centran en el producto de la investigación.

En la Tabla 3 aparecen las competencias que tienen los investigadores principales (o gestores) así como características del equipo investigador. Se aprecia que, salvo diferencias en el equipo de investigador a nivel de titulaciones (doctores en investigación básica y graduados/máster en aplicada o desarrollo), no se han planteado aspectos distintivos para el liderazgo y la gestión de las distintas actividades de investigación, cuando realmente tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 3. Competencias del equipo investigador y del investigador principal. (Fuente: Pirela de Faria, L. y Prieto de Alizo, L., 2006)**

	I	D	i
<b>Equipo investigador</b>	Científicos con doctorados	Equipo de investigación altamente capacitado	Científicos e Ingenieros, con licenciatura o maestría y tecnólogos
<b>Competencias genéricas IP</b>	Búsqueda de información y pensamiento conceptual Conocimiento y experiencia Confianza en sí mismo Trabajo en equipo y cooperación Motivación por el logro Iniciativa Autocontrol Pensamiento analítico Compromiso con la organización Construcción de relaciones Desarrollo de personas Dirección de personas Sensibilidad interpersonal Liderazgo Preocupación por el orden y la calidad Comportamiento ante fracasos Conocimiento organizativo Orientación al servicio del cliente Impacto e influencia		
<b>Competencias específicas IP</b>	Conocimiento de las etapas de la investigación Habilidad para identificar problemas de investigación Habilidad para el manejo de fuentes de información y Habilidad para elaborar el marco teórico Habilidad para plantear problemas de investigación, Habilidad para formular problemas de investigación Habilidad para diseñar objetivos de investigación Habilidad para definir el diseño de la investigación Habilidad para definir el tipo de investigación y habilidad para presentar los resultados de la investigación Dominio del idioma inglés		

Por comparación entre las Tablas 2 y 3, se puede comprobar que las competencias de los estándares de gestión de proyectos y las competencias de los investigadores principales no se alinean en absoluto. Es más, parece que en ocasiones se trata de competencias opuestas. Y aun tratándose de enunciados similares (ejemplo: liderazgo), el desarrollo en la práctica es totalmente opuesto (el investigador principal ejercerá su liderazgo en la formación de un investigador a largo plazo y el proyecto es una excusa más para ello, mientras que un gestor de proyecto usará su liderazgo para lograr el éxito del proyecto, dejando la formación a los recursos humanos de la organización o al líder del equipo de

investigación en este caso). Parece que la tendencia para solventar la gestión de estos proyectos está siendo la formación de los investigadores principales en labores de gestión o bien la introducción de estructuras organizativas basadas en los estándares tradicionales de gestión de proyectos por encima de los investigadores, principalmente en la industria.

Un ejemplo del primer caso es la propuesta de Lamblin and Cedir (2010) que llevaron a cabo un estudio sobre las competencias del investigador experimentado para los próximos años realizado en ocho países dibujando el que consideraban el retrato ideal con 20 habilidades clave, donde se incluye además de las competencias científicas, las competencias específicas de gestión de proyectos, así como las competencias personales. Es decir, se opta por la formación del investigador además como gestor. Divjak and Kukec (2008) detectan a partir de encuestas en Croacia de la falta de formación de profesores e investigadores en la gestión de proyectos de investigación y la propuesta es también la formación mediante talleres y jornadas.

En el segundo caso, se encuentran ejemplos como el de la Universidad de Castilla-La Mancha (2014) que propone una organización de apoyo a la investigación. Del análisis de la documentación disponible se puede apreciar que tiene una estructura de Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), con funciones ampliadas para apoyo administrativo, donde las responsabilidades de gestión del proyecto se mantienen en el investigador principal.

En ambos casos, se mantiene el supuesto que el investigador principal es responsable de la gestión de sus proyectos de investigación. Y, en consecuencia, bajo este supuesto, es natural que reste en su agenda de trabajo un espacio de tiempo a sus actividades de investigación para dedicarlas a las de gestión de proyectos para las cuales ha dado muestra de carecer de las competencias necesarias.

Este hecho se muestra ampliamente en la bibliografía (Cassanelli, 2013; Heinze et al, 2009; Skelton, 2011; Varas, 2010) en relación al tiempo dedicado del investigador a labores que no son puramente relacionadas con la investigación a pesar de disponer de OTTs, como es la presentación de propuestas de proyectos,

la gestión de costes y plazos, los contratos y becas del personal investigador, la búsqueda de financiación, la gestión de riesgos, etc. En muchas ocasiones estas tareas o no son realizadas o lo son, pero con una atención mínima a las características singulares identificadas en la Tabla 1 (¿un investigador principal realiza gestión de riesgos de su propio proyecto de investigación?).

En el mundo industrial existe la figura del gestor de proyectos, aunque con un marcado perfil de mercado además de tecnológico. Sin embargo, la gestión de proyectos de I+D en PyMES es más un proceso de prueba y error que una gestión profesional según evidencias empíricas (Gasmann et al, 2010). Es muy compleja la gestión de los proyectos de I+D a largo plazo en la industria (Brenner, 2009) por las turbulencias del entorno interno (de la propia empresa, Droge et al, 2008; Lichtenthaler, 2009) y externo (mercado y tecnología/investigación, Paladino, 2008) que hace que la gestión sea completamente dinámica, y requiera de unas competencias singulares del gestor (Teirlinck and Spithoven, 2013). Esto supone, que, aunque los proyectos de I+D efectivamente se gestionan y se llevan a cabo, los éxitos en su gestión y las posibilidades de agregar valor al proyecto que debería recaer sobre el gestor de proyectos se diluye ante el doble rol adoptado por los investigadores principales que hace pensar que a pesar de que sean formados, resulte inviable lograr la gestión de la investigación y del proyecto con éxito.

El departamento de Investigación de L'APEC y Deloitte Consulting Sector Público (2010) llevaron a cabo un estudio sobre las necesidades de competencias laborales previstas en la contratación de un investigador de hoy, sino también en los próximos años (horizonte 2020).

Este estudio internacional prospectivo se realizó entre mayo y octubre de 2010, en 8 países: seis en Europa: Francia, Alemania, Finlandia, Países Bajos, Reino Unido, Suiza y Japón, y los Estados Unidos. Estos países fueron seleccionados por la importancia de sus investigaciones sobre la base de dos indicadores: el gasto en I+D como % del PIB y el número de investigadores por habitante.

Se realizaron ochenta entrevistas semi-estructuradas en diferentes países con los organismos públicos y privados responsables de la investigación (director del laboratorio, gerente de RRHH, investigador, rector de la universidad o el presidente, la responsabilidad corporativa). Cuarenta y cinco en el sector público (instituciones de educación superior, los institutos públicos de investigación, los ministerios, los organismos que financian la investigación) y treinta y cinco en el sector privado (empresas y polos de competitividad responsable). Un comité de expertos seleccionado y organizado por Deloitte y L'Apec aprobó los principales resultados intermedios y finales del estudio.

La encuesta se enfrenta a la visión y las expectativas de los investigadores y responsables de la investigación sobre las habilidades de la hora de contratar un investigador y su evolución en los próximos años, así como el nivel actual de las competencias. El alcance del estudio se centra en la profesión de investigador, tanto en entornos públicos y privados.

La profesión de investigador ha cambiado considerablemente, incluso por profesionalizarse cada vez más, se pide al investigador ampliar su gama de habilidades, además de su estricto campo científico.

Este estudio internacional prospectivo realizado en 8 países, la primera de su tipo en esta área, dibuja el retrato ideal del investigador de las respuestas de todos los actores de la investigación entrevistadas en el estudio. Así, en el caso de un ejecutivo con experiencia, el "investigador tipo" debe tener 20 habilidades clave para tener todas las posibilidades de ser contratado, tanto en el sector público y privado.

**Las 20 competencias claves de un investigador experimentado para los próximos años**



**Figura 10. Competencias claves de un investigador experimentado (Fuente: L'APEC y Deloitte Consulting, 2010)**

Para seis de las competencias esenciales, el nivel de exigencia de los reclutadores se incrementará en los próximos años convirtiéndolos en cruciales. En primer lugar, figura la capacidad de saber tener en cuenta la relevancia de la investigación, habilidad considerada más importante de todas. El investigador también debe tener una mayor capacidad en la gestión de proyectos y saber desarrollar una investigación. Además de tener una cultura corporativa. Concerniente a las competencias técnicas discriminantes, tendrá que dominar las herramientas informáticas a la alta tecnología y la capacidad de trabajo interdisciplinario.

Los ojos de los protagonistas de la investigación, los niveles de dominio de la percepción de estas destrezas son muy diferentes según los países. La más

amplia gama de habilidades dominadas se reconoce en los investigadores anglosajones y, por el contrario, el menos completo de investigadores franceses y japoneses. Sin embargo, tres habilidades tienen un nivel de control considerado regular o malo en todos los países: la interdisciplinariedad, la gestión de equipos y la consideración de la relevancia de la investigación. Por último, todos los actores entrevistados coinciden en que el mercado de trabajo para los investigadores será global en los próximos años. Esto llevará a las empresas a mejorar la capacidad de atracción y retención de investigadores.

### 3.2 Ambiente e influencia de la organización en la creatividad científica

En cuanto al ambiente, y las influencias de la organización en la creatividad científica, Heinze et al (2009) concluyen que la creatividad está asociada con pequeños grupos de trabajo, contextos con una diversidad grande de competencias técnicas, una estabilidad en el patrocinado de proyectos (recursos), acceso oportuno a recursos y conocimientos externos, y facilitar el liderazgo. También indican que el liderazgo de los equipos de investigación está muy ligado a un conocimiento activo a nivel científico para motivar al grupo, captar nuevos talentos y participar en la investigación.

Heinze et al (2009), plantean características de la creatividad científica a partir de su estudio de los centros con mayor creatividad y con los investigadores más premiados a nivel mundial:

- Nivel organizacional
  - Autonomía en la investigación: libertad para profundizar en un determinado tema dentro área temática central.
  - Tamaño de grupos pequeños: pequeños grupos de trabajo con estudiantes y doctorandos.
  - Diversidad de conocimientos y competencias técnicas en la organización para el intercambio de enfoques e ideas.

- Facilitar el liderazgo.
- Financiamiento de la investigación flexible: esta flexibilidad quiere decir que los fondos no tienen un fin específico y que van variando según avanzan las investigaciones. La flexibilidad quiere decir más recursos y más gestión. Es curioso este aspecto pues en algunos centros de alta creatividad a los investigadores se les pide que investiguen, cuando esto en la universidad o en muchos centros de investigación e industrias es muy difícil al ser el propio investigador principal el encargado de gestionar el proyecto: documentar entregables, contratar personal y recursos, gestionar el plazo, buscar la financiación, buscar redes e investigadores, etc. por lo que su creatividad se ve mermada por labores de gestión.

- Nivel institucional

- Movilidad: no es tan importante la movilidad entre investigadores, sino las estancias de investigación que se reciben y que envían personal como intercambio con otros centros de investigación potentes que permiten intercambiar puntos de vista y nuevas metodologías o resultados a compartir.
- Competitividad en el campo intelectual.
- Comportamiento de las agencias financiadoras: las rigideces en las convocatorias de proyectos obligan a una trayectoria dilatada de los IP y el equipo investigador, lo que hace que un grupo le sea muy difícil cambiar de línea de investigación o tener una idea innovadora o creativa y que le sea concedido el proyecto. También quieren detallado los objetivos y resultados, lo cual no siempre es posible en I+D.

Todas estas variables deben ser entendidas de manera combinada e interrelacionada, no de manera independiente. Estos autores identifican además que la carga de los investigadores (presentación en competiciones, revisiones, preparación de propuestas, gestión) les consume una cantidad grandísima de tiempo que no pasan en el laboratorio, ni en interacción con el grupo, ni leyendo u

observando. Además, aparece otra necesidad, el balance de fondos para un mismo proyecto de investigación de varias fuentes y la gestión del proyecto propio y de los proyectos financiados. Heinze et al (2009) detectan que no sólo los organismos de administración de los centros de investigación sino cada vez más los investigadores principales están encargándose más de estos roles de gestión de proyectos y carteras de investigación. De hecho, detectan casos singulares de investigadores con gran prestigio contratados que ya no realizan investigación por sí mismos, ya son auténticos gestores (de estudiantes, de otros investigadores, de proyectos, etc.).

Heinze et al, 2009 comentan que ganar concursos de financiación y la revisión de cantidades cada vez mayores de las propuestas de investigación requiere una inversión sustancial de tiempo por los científicos, el tiempo que no pueden gastar en el trabajo de laboratorio y la interacción del grupo, ni para la lectura y la contemplación. "Un nuevo tipo de expectativa ha surgido: los directores de investigación necesitan la capacidad de dotar a las organizaciones de investigación con una financiación apropiada de diversos patrocinadores y un balance de presupuestos de investigación".

## CAPÍTULO 4: GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El sector de I+D es clave en términos económicos y de competitividad, siendo la innovación una de las estrategias más importantes para el desarrollo y para alcanzar un crecimiento corporativo y de organización (Wang et al, 2010). Los proyectos de I+D tienen características singulares de riesgos e incertidumbres que condicionan la gestión de proyectos y que los hacen totalmente diferentes a otros proyectos industriales (Lambert, 2006). Como Cassanelli et al (2013) muestran en su estudio, existen evidencias teóricas no sólo en las diferencias entre proyectos de I+D (investigación básica, aplicada, desarrollo e innovación) sino también y principalmente, entre las competencias que debe tener un investigador principal y aquellas de un gestor de proyectos de I+D. Sin embargo, en la práctica, principalmente desde la universidad, el investigador principal es el responsable último del proyecto, encargado de las contrataciones y gestión de los costes, plazos, alcance, riesgos y singularidades de este tipo de proyectos, en definitiva, el gestor del proyecto de facto.

En este capítulo se propone verificar mediante una revisión de la bibliografía científico-técnica disponible la hipótesis de que el investigador principal es el encargado y gestor último del proyecto de investigación, aspecto que no ha sido cuestionado en las múltiples aproximaciones y propuestas existentes. Para su estudio y verificación de la hipótesis, se plantea dividir el análisis por agentes que desarrollan proyectos de I+D: las universidades, la industria y la cooperación entre industria y universidad. El fin último es acotar la veracidad de esa hipótesis en distintos contextos y con las distintas aproximaciones.

### 4.1 Gestión de los proyectos de I+D

En España, y también aplicado recientemente a países como Portugal, se han publicado una serie de Normas UNE relacionadas con la actividad y la gestión de proyectos de I+D, con un grupo de trabajo WG 201 de CEN sobre I+D. Estos estándares establecen como requisito disponer de dos unidades diferenciadas, que pueden coincidir o no, referentes a la unidad de investigación y

a la unidad de gestión de la investigación. Sin embargo, para Cynertia Consulting (2010) esta norma que busca la certificación, aún siendo un importante avance en la estandarización de la I+D, tiene algunas limitaciones como son:

- Pone más énfasis en la documentación y registro que en la relevancia o efectividad en la resolución de los problemas planteados.
- No trata de forma adecuada la posibilidad de cancelación de proyectos.
- Los proyectos complejos con recursos externos y numerosos partners se tratan como un proceso normal de compras sin contar con conflictos, problemas de comunicación, desactivación de actividades, prioridades, etc.
- La selección de proyectos está orientada hacia dentro de la organización cuando la selección suele venir, según la empresa o gestora de proyectos, de los clientes o promotores.
- Se consideran los proyectos como entes aislados, no como posibles carteras de proyectos: sinergias, actividades en común, interrelación.
- Además, la norma es un despliegue total, no permite aplicaciones parciales.

En definitiva, parece que le falta una perspectiva más profunda de gestión de proyectos. Sin embargo, todos estos aspectos detectados están desarrollándose en la literatura científico-técnica como se irá mostrando a continuación.

Por un lado, existen gran cantidad de estudios centrados en gestión de carteras y proyectos de I+D principalmente en la selección de proyectos que es considerado el reto más importante en este área de conocimiento (eg. Eilat et al, 2008; Jung and Seo, 2010), y las contribuciones pueden dividirse en tres categorías según Wang y Hwang (2007):

1. Herramientas estratégicas de gestión (bubble diagram, portfolio map, and strategic bucket method) que buscan la conexión de los proyectos de innovación con la estrategia o bien los riesgos o balances estratégicos de la cartera;

2. Métodos de medición de beneficio, que determinan la preferencia de cada proyecto (q-sort, the merit-cost value index, the analytical hierarchy process, net present value NPV, and option pricing theory) se ha desarrollado para estimar el beneficio de los proyectos I+D;
3. Y las aproximaciones mediante programación matemática que optimizan objetivos sujetos a limitaciones de recursos, lógicas de proyectos, tecnología y estrategias (linear, nonlinear, integer, dynamic, goal, and stochastic mathematical programming).

Además de la importancia en la selección y priorización de proyectos, existen también propuestas centradas en la gestión y valoración de riesgos de R&D (eg. van Bekkum et al, 2009; Wang et al, 2010; Alabau, 2011) que tratan de mejorar las tasas de éxito de estos proyectos. Sin embargo, la mayoría de las propuestas existentes en la bibliografía en relación a la gestión de I+D son teóricas y con apenas aplicación práctica (Verma et al, 2011).

La gestión de carteras y proyectos de I+D se centra principalmente en la tecnología y en el aspecto financiero, pero no se presta atención a la gestión y sus procesos de dirección (adaptación de estándares a la gestión de la I+D por sus particularidades) o a la figura del gestor y del investigador principal (Cassanelli et al, 2013).

Según Vandaele y Decouttere (2013), a pesar de las propuestas existentes en la gestión de I+D existen todavía los siguientes horizontes y problemas a superar:

- Bajas tasas de éxito (falla la aceptación del usuario).
- Brecha entre prioridades de la tecnología y el mercado que lleva a las entidades de investigación a largos ciclos de decisión y gestión ineficiente de la I+D.
- Las orientaciones estratégicas se fijan en proyectos individuales de manera directa sin pasar por los sistemas ordinarios de evaluación lo cual es muy cuestionado desde los investigadores al ser tomados desde fuera de la organización.

- Los indicadores clave de performance y los criterios de selección de los proyectos no están siempre ligados perdiendo oportunidades.
- Dificultad de integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos (toma de decisiones) incluyéndose únicamente en algunos proyectos o añadiéndose a proyectos al finalizarse donde sólo se puede aportar un valor añadido mínimo.
- La información sobre los recursos humanos usada en las evaluaciones no es consistente.
- Las decisiones son realizadas fijándose principalmente en términos económicos, valor presente neto (VPN) y retorno sobre la inversión (ROI).
- La valoración de los intangibles para la selección de ideas y proyectos no son tenidas en cuenta.
- Se necesitan herramientas dinámicas (what if) cambiando las condiciones.
- La importancia del comportamiento (diferentes miembros tienen diferente criterio) en la selección de proyectos.

Como ejemplo de la tasa de éxito, en la industria farmacéutica un proyecto de desarrollo de drogas a partir del primer estudio en humanos hasta la puesta en marcha es inferior al 10 % (CMR International, 2006). Cooper et al (2004) estiman también que sólo uno de cada diez innovaciones de productos tiene éxito en el mercado. Otros estudios evidencian que un 40 % de promedio de los proyectos de desarrollo de productos fallan a la hora de lograr beneficios del mercado (Stevens and Burley, 1997). Pero, en cualquier caso, la eficiencia o las tasas de éxito es un concepto difícil de tratar, en el sentido de que generalmente se miden únicamente los éxitos económicos posteriores, las publicaciones o patentes. Sin embargo, debería ser definido y medido como el óptimo uso de los procesos de dirección y de la gestión de los inputs de I+D con el fin de lograr los objetivos tecnológicos y de mercado (Sánchez and Pérez, 2002). Según estos autores, muy poco se sabe sobre lo que los gestores hacen en su gestión de proyectos de I+D

y sus análisis de eficiencia. Es decir, el éxito debiera estar más ligado a la función del gestor del proyecto más que a las incertidumbres y riesgos inherentes a la investigación. No existen medidas empíricas para analizar las salidas de los proyectos de investigación (Hammerstedt and Blach, 2007) más allá de la comercialización (¿ha sido un éxito o fracaso? ¿Se han alcanzado los objetivos?).

En definitiva, a pesar del volumen de contribuciones y publicaciones en el ámbito en un sector como la I+D tan proyectizado, parece que falta una mayor integración o adaptación de herramientas y técnicas de gestión de proyectos que pueden resultar muy útiles para lograr el éxito de los distintos tipos de proyectos de I+D (Lambert, 2006), y una mayor atención a la figura del gestor de proyectos. Las herramientas de control y de gestión no parecen transferibles a los proyectos de investigación (Powers and Kerr, 2009) porque corta la innovación. Además, existe el convencimiento por parte de los investigadores que la aproximación de negocio que tiene la gestión de proyectos afectará a la investigación incrementando la burocracia y disminuyendo la autonomía del equipo investigador (Bode, 2000). En los proyectos de I+D, raramente se finaliza con lo acordado en la planificación (Steffens et al, 2007), lo que hace entrever que las aproximaciones de gestión de proyectos convencionales no funcionan en la investigación académica (Powers and Kerr, 2009).

A partir de esta información inicial desarrollada en capítulos anteriores, nos proponemos analizar a continuación las diferentes aproximaciones por agentes que llevan a cabo la investigación con el fin de poder evidenciar la bondad o no de la hipótesis inicial de este artículo por instituciones.

#### **4.1.1 Universidad**

A nivel académico parece que resulta más evidente que los proyectos de I+D son gestionados por los investigadores principales, como se comprueba en las distintas convocatorias públicas y privadas a las que las universidades se presentan: la figura que aparece como el coordinador o gestor del proyecto es el investigador principal y la experiencia requerida se centra en las publicaciones,

patentes, proyectos de investigación y recorrido científico en el área, y no tanto competencias como gestor de proyectos (Cassanelli et al, 2013).

Pero este hecho no se constata únicamente en las distintas convocatorias, sino que otros investigadores han detectado los problemas existentes en los proyectos de I+D en las universidades y el rol del IP como gestor del proyecto. Así, en una encuesta a investigadores y profesores en Croacia para analizar las capacidades que disponen para llevar a cabo proyectos de I+D internacionales, Divjak y Kukec (2008) detectaron los siguientes problemas/obstáculos: falta de conocimientos y competencias en gestión de proyectos; obstáculos legales y en el sistema de contabilidad; falta de apoyo administrativo a los científicos. La propuesta de mejora se centró en la formación de los investigadores principales en competencias de gestor, no cuestionando que el IP es el que debe gestionarlo. También en determinadas universidades de España (Castilla-La Mancha, 2014) se ha detectado falta de interés por presentarse a convocatorias internacionales por la carga de trabajo adicional que para los investigadores principales supone la gestión de estos proyectos y se han propuesto soluciones de potenciación de las OTRI, ampliando el apoyo administrativo.

Según Abello Llanos (2004) casi siempre la producción de conocimientos de una universidad está mediada por un interés académico, cuya transferencia sólo se puede medir a través de las publicaciones científicas o el desarrollo tecnológico en el vacío, es decir, un desarrollo que no está orientado por ninguna necesidad específica del sector productivo.

Un estudio de Varas et al (2010) analiza las universidades públicas españolas con mayores ingresos por proyectos de investigación con una representatividad del 42 %, manteniendo reuniones con 1,162 coordinadores de grupos y centros de investigación, realizando análisis de madurez en relación a las prácticas de gestión de proyectos y las diferencias entre las investigaciones financiadas por fondos estatales y aquellos industriales. Concluyen por un lado que las prácticas en relación a la gestión de proyectos no varían según la fuente de financiamiento, aunque es ligeramente superior por una mayor rendición de cuentas ante la empresa privada. Por otro que las áreas de conocimiento más desarrolladas son las de coste, tiempo y alcance, mientras que el riesgo, calidad y

comunicaciones son las menos desarrolladas, tres áreas clave de esta tipología de proyectos. Existe un amplio desconocimiento entre los investigadores principales y los coordinadores de proyectos de I+D sobre el concepto de “riesgo del proyecto”, y además suponen que integrar este concepto en sus propuestas de proyecto puede ser negativo para su concesión (problema con los promotores de la investigación). Además, se confirma la carencia de conocimientos en gestión de proyectos de los investigadores a pesar de llevarlo a cabo.

En Francia, en un estudio realizado en 2006 a 141 centros de investigación universitarios (Varas et al, 2010), los resultados obtenidos fueron similares, aunque superiores al caso español, con falta de conocimientos en gestión de proyectos y, principalmente, en la gestión de riesgos.

En el caso de Argentina, también se ha documentado una falta de conocimientos y de madurez en gestión de proyectos de investigación por parte de los investigadores principales en la universidad y centros de investigación asociados (Cassanelli, 2012; Cassanelli and Benavidez, 2013), con un tiempo dedicado a la gestión del 15 % del equipo investigador. Además, la falta de madurez en gestión implica que los encargados de dirigir estos proyectos emplean metodologías de gestión incorporando elevados niveles de riesgos no controlados y realizando una labor para la cual no están preparados.

En la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda), la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) detectó en el plan de 2010 que el 38% de los contratos de investigación se firman después de la fecha de comienzo del proyecto; el 70% de los informes a mitad y finales llegan tarde a los financiadores de los mismos; el 33% de los problemas con los contratos no son resueltos en los seis meses desde que se plantean. En definitiva, un auténtico problema en la gestión de los proyectos de I+D.

Aunque los académicos usan mucho los estándares PMBoK y Prince2, entre otros, como evidencian las publicaciones en otros ámbitos, no existe tal evidencia en los proyectos de investigación que ellos mismos desarrollan en las universidades (Skelton, 2011). Sin embargo, Caughron and Mumford (2008) encontraron que algunos participantes que usaban la metodología del camino

crítico para la gestión del plazo crean soluciones a problemas de mayor calidad, originalidad y elegancia que esos usando herramientas de gestión de proyectos simples como Gantt o casos de estudio. Herroelen and Leus (2002) proponen sin embargo análisis de sensibilidad más sencillos como buena metodología para crear escenarios en la planificación.

En todas estas problemáticas en relación a la gestión de proyectos, no se duda que el gestor deba seguir siendo el IP y el equipo gestor del proyecto ser el equipo investigador. La solución propuesta más común es formar a los investigadores para que adopten ambos roles de científicos y gestores. También existen otras propuestas a nivel de organización (normalmente aparecen combinadas ambas opciones) que es el apoyo desde organizaciones como las Oficinas de Transferencia Tecnológica (TTOs) integradas en las estructuras de la universidad como figura de apoyo administrativo a la I+D y como contacto con el exterior, pero donde las tareas de gestión del proyecto continúan recayendo en el investigador principal. Este hecho se muestra ampliamente en la bibliografía (Cassanelli, 2013; Heinze et al, 2009; Skelton, 2011; Varas, 2010) en relación al tiempo dedicado del investigador a labores que no son puramente relacionadas con la investigación a pesar de disponer de OTTs, como es la presentación de propuestas de proyectos, la gestión de costes y plazos, los contratos y becas del personal investigador, la búsqueda de financiación, la gestión de riesgos, etc. En muchas ocasiones estas tareas o no son realizadas o lo son, pero con una atención mínima a los riesgos, costes, plazos, alcance, recursos humanos, etc., elementos clave en toda gestión exitosa de cualquier proyecto.

La hipótesis de que el investigador principal (IP) es el gestor del proyecto no se pone en duda y, más aún, es totalmente explícito que es así y no es planteable en los trabajos revisados:

“Es indudable que el IP es responsable de la preparación, ejecución y cierre del proyecto, siendo esta una tarea compleja que requiere no sólo una gran capacidad científica, sino también conocimientos y habilidades administrativas de gestión” (Varas, 2010).

### 4.1.2 Industria

En el caso de la industria, existe una amplísima bibliografía dedicada a la gestión de carteras y proyectos de I+D, sin embargo, la mayoría está dedicada a desarrollos de modelos de toma de decisión y selección de proyectos algunos comentados previamente, con poco impacto en la práctica. Así, por ejemplo, Verma et al (2011) proponen un modelo de gestión de proyectos de I+D para el caso de una empresa de alta tecnología. El modelo propuesto tiene que ver con el cambio de prioridades en el tiempo según el mercado y el desafío técnico asociado. El modelo permite asignar recursos entre proyectos en competencia con interdependencias temporales mejorando la puntualidad de la consecución de los proyectos y las oportunidades. Con el modelo propuesto se permite realizar un balance entre los proyectos a corto plazo (innovación), más rentable y menos riesgosos; y a medio/largo plazo (desarrollo/investigación) que aporta durabilidad a la empresa, pero con mayores incertidumbres. Según este modelo, la unidad de gestión de proyectos de I+D es independiente de la empresa matriz: el negocio de la empresa es un cliente más de la unidad de investigación. Como los recursos suelen ser limitados en este tipo de empresas de investigación, los proyectos deben justificar continuamente su existencia frente al resto y de ahí la importancia en la selección dinámica de proyectos. Existen diversos estudios sobre el enfoque del nuevo perfil de industrias dedicadas exclusivamente a I+D, generalmente en representación de sus organizaciones matrices, con el fin de reducir los problemas de alineamiento estratégico, así como para permitir dedicarse y presentarse a convocatorias de investigación de manera autónoma (Aginako y Otegi, 2011). La figura del gestor de proyectos o del investigador principal no se mencionan explícitamente en estos modelos de gestión de I+D.

Para otros autores, la gestión de proyectos de I+D en el caso de las PyMES es más un proceso de prueba y error que una gestión profesional según evidencias empíricas (Gasmann et al, 2010). Es muy difícil la gestión de los proyectos de I+D a largo plazo (Brenner, 2009) por las turbulencias del entorno interno (de la propia empresa, Droge et al, 2008; Lichtenthaler, 2009) y externo (mercado y tecnología/investigación, Paladino, 2008) que hace que la gestión sea completamente dinámica, y requiere de unas competencias singulares del gestor

(Teirlinck and Spithoven, 2012). Es interesante destacar que estos últimos autores analizan la presencia de gestores de proyectos de I+D en PyMES, identificando que la mitad de las estudiadas disponen de esta figura (sin aclarar qué roles o actividades lleva a cabo y si es diferente del investigador principal). El análisis revela que la gestión de I+D formal está relacionada con fortalezas internas de innovación y las oportunidades externas. Por otra parte, la gestión de I+D se encuentra estrechamente relacionada con un posicionamiento en el mercado y el éxito de la innovación, centrándose menos en la orientación tecnológica. Esto último se explica porque se obtiene que la presencia o ausencia de un gestor de I+D no cambia esta situación.

Atendiendo a las publicaciones más centradas en recursos humanos con el fin de analizar la figura del gestor de I+D, además de la aplicación de estándares de gestión de proyectos, aparece un nuevo rol que es el conocido como "innovation broker" como elementos que integran el conocimiento y la experiencia (T-men) y que están asumiendo una importancia creciente por encima de los científicos tradicionales (Petroni et al, 2012), lo que está llevando a que el modelo de formación y gestión del personal científico tienda a cambiar. Esta nueva figura trabaja más desde el punto de vista de gestión de los RRHH. T-men son capaces de seleccionar e integrar el conocimiento externo y administrar estructuras complejas, debido a su conocimiento de los nuevos procesos de negocios principales (Dodgson et al. 2006). Estas figuras clave o "expertos en integración", sin duda, eclipsan ciertos roles profesionales tradicionales en las estructuras de I+D, por ejemplo, el de "científico de alto nivel".

Dando por hecho que los proyectos de I+D en la industria disponen de la figura del gestor de proyectos, Laruccia et al (2012) muestran cómo también para este sector existe un 65% de los proyectos con problemas de pérdida financiera, pérdida de credibilidad, no cumplimiento de los plazos y desmotivación del personal.

Según Laruccia et al (2012) la gestión del proyecto interdisciplinario puede proporcionarnos alternativas para mejorar los modelos existentes y mejorar sus resultados, para responder adecuadamente a las necesidades de la administración contemporánea.

Los proyectos de I+D se caracterizan por la generación de nuevos conocimientos y tienen características peculiares de un proceso científico, y operan en un entorno de alta complejidad e imprevisibilidad. Esta condición requiere ciclos más largos para que los proyectos alcancen el nivel requerido de madurez y se refiere a mayores riesgos en el desarrollo e incertidumbre en la generación de resultados.

Sin embargo, un proyecto de investigación y desarrollo no es diferente de otros proyectos en relación con su gestión. Es temporal, lo que significa que tiene un comienzo bien definido y un final. Es un medio para introducir cambios e involucra investigadores, analistas y otros empleados con habilidades diferentes que trabajan juntos. Es único, es decir, una unidad de investigación puede la realización de proyectos similares, pero cada proyecto reúne a los factores y características que lo hacen único y tiene un grado de incertidumbre que puede traer las amenazas y oportunidades que deben ser manejados (Memon y Daniels, 2007).

El escenario competitivo actual lleva a las organizaciones a alcanzar la excelencia como una manera de maximizar sus resultados y esta condición ha requerido ajustes en la forma en que se gestionan las estrategias, los procesos y modelo de gestión. En este contexto, la excelencia en la gestión de procesos se ha convertido en el objetivo de las organizaciones para crear y ofrecer productos y servicios que crean valor para los clientes y al mismo tiempo asegurar la sostenibilidad del negocio para los accionistas.

Un proceso de I+D consiste en la idea o concepción de la investigación básica, la evaluación de viabilidad, la búsqueda de tecnologías de financiación, adquisición o fabricación, desarrollo de productos, laboratorios de ensayo, bancos de trabajo, plantas piloto, fabricación de producto final o la tecnología de transferencia, y finalmente, el producto en el mercado.

Actualmente, existen varias metodologías de gestión de proyectos para aplicación. Las mejores prácticas en la gestión de proyectos son definidos internamente en las empresas, señalando que existe en el mercado y ha

funcionado bien y se puede repetir en otros proyectos y varios clientes (Kerzner, 2006).

Por lo que se ha podido mostrar, en el mundo industrial sí existe la figura del gestor de proyectos (de conocimientos o similar) aunque con un marcado perfil de mercado además de tecnológico. Sin embargo, no existen evidencias de la función del gestor ni del investigador principal, apenas mencionado en la revisión bibliográfica. Esto supone que es difícil suponer quien gestiona los proyectos de I+D y quien dirige la investigación en sí, pues parece que en este caso de la industria es el gestor de proyectos de I+D el que ejerce las labores de IP (caso contrario a la industria), pero no existen evidencias claras en un sentido u otro.

#### **4.1.3 Cooperación Industria y Universidad**

Los proyectos de I+D gestionados entre la industria y la universidad suele ser muy compleja al tener objetivos y fines tan dispares, y sin embargo la tendencia (a juzgar por las distintas convocatorias de proyectos de investigación a nivel internacional) es a aumentar esta cooperación con el fin de mejorar la aplicabilidad de los resultados de la investigación.

Según Bruneel et al (2010) la aparición de las OTRI en las universidades ha supuesto un efecto positivo aumentando los ingresos y el contacto con las empresas. En su estudio concluyen que la confianza y el contacto directo y continuado son los elementos más importantes en la relación universidad-industria. Siguiendo a Bruneel et al (2010), plantean dos tipos de barreras encontradas en los proyectos de investigación entre universidad y la industria. Las primeras son relativas a la orientación. La investigación de la universidad está extremadamente orientada hacia la ciencia pura, a largo plazo y finalmente, la falta mutua de entendimiento sobre las expectativas y las prácticas de trabajo. El segundo tipo de barreras es relativo a transacciones. Las oficinas de enlace industrial tienden a exagerar la investigación o tienen expectativas poco realistas, existen conflictos potenciales con la universidad con respecto a los pagos de derechos y preocupación por la confidencialidad.

Niedergassel et al (2010) analizan proyectos de investigación cooperativos de 376 profesores de Alemania y la relación entre el éxito del proyecto y las variables de confianza, dependencia, frecuencia de comunicación y cercanía de los partners. Las conclusiones señalan también la importancia de la confianza (principalmente entre universidades o grupos de investigación), una interdependencia alta entre partners, y una alta frecuencia de comunicación. Tradicionalmente se ha puesto especial énfasis en aspectos funcionales y estructurales: tamaño de organizaciones, complementariedad de recursos, la experiencia como aliados, alianzas estratégicas, etc., sin embargo, se han identificado nuevas variables más importantes a tener en cuenta en esta cooperación.

Barbolla y Corredera (2009) encontraron también que el conocimiento maduro y el buen liderazgo para llevar a cabo un proyecto, la alta confianza en el equipo de la universidad y la confianza en los resultados del proyecto eran factores críticos en el éxito de proyectos entre universidad e industria.

Un estudio realizado a 19 PyMES y 9 universidades públicas involucradas en proyectos de I+D coordinados en Dinamarca (Bjerregaard, 2010) concluye que, a pesar de las barreras identificadas en la bibliografía existente debido a la diferencia cultural y filosófica de la industria y la universidad, existe un gran potencial de colaboración y éxito teniendo algunas cuestiones en consideración. Así, destaca el éxito en la cooperación de los proyectos cuando las PyMES se “cientifican”, pues la comunicación y la coordinación es mucho más fructífera, además de obtenerse mejores resultados, al tener objetivos más similares y utilizar un lenguaje científico común más familiar. Esto es: disponer de empleados con recorrido académico y/o científico, tener una producción científica (publicaciones) similar o superior a universidades (comparando con pequeñas y medianas universidades) y valorarlo en la empresa, etc. Hace que la comunicación con la universidad sea excelente, que los investigadores de alta cualificación quieran no sólo entrar sino quedarse en la organización además de suponer un valor añadido para la empresa.

Además, las universidades y sus investigadores cada vez están acercando más sus intereses a la aplicación y a objetivos comerciales (Bjerregaard, 2010;

Etzkowitz, 2008; Kleinman and Vallas, 2006) lo que desemboca a una universidad híbrida más flexible y adaptable a trabajar con la industria cooperativamente.

Un estudio que analiza empresas farmacéuticas en Brasil y los proyectos en cooperación con universidades brasileñas (Barrenha and Takahashi, 2010) muestra que hay una falta de madurez en la transferencia de conocimiento, de inversión en formación interna, y falta de conciencia en la importancia de la gestión de los proyectos.

En los casos de colaboración en proyectos de investigación entre la administración y la universidad de Sydney (Australia), se han detectado también problemas en la aplicación de los estándares de gestión de proyectos al tratarse de proyectos complejos y entornos con multi-stakeholders (Crawford et al, 2003).

Brostrom and Loof (2008) muestran en un estudio en firmas suecas que la colaboración con las universidades contribuye al éxito de los proyectos de I+D. Confirman empíricamente que el uso del conocimiento académico es beneficioso para el cambio tecnológico, la innovación y el crecimiento en el sector privado a través de nuevos conocimientos teóricos, nuevas técnicas y nuevas habilidades de un tipo de empresas industriales. También se ha sugerido que las regiones con fuertes universidades de investigación tienen mejores oportunidades para atraer y apoyar las industrias innovadoras que otras regiones.

Un número de estudios cuantitativos confirman una asociación positiva entre el enlace universidad-industria y la innovación a nivel de empresa (Mansfield, 1998; Cassiman y Veugelers, 2006). En particular, las empresas que colaboran con las universidades son generalmente quienes introducen más innovaciones originales (Hanel & St-Pierre, 2006; Monjon y Waelbroeck, 2003).

Parece clara que la cooperación industria-universidad es una tendencia muy potente al tener una gran potencialidad de sinergias entre ambos agentes. Sin embargo, a pesar de que faltan evidencias más claras del rol del gestor de I+D en este tipo de proyectos, se puede entrever que el gestor del proyecto de I+D (gerentes, directores generales, etc.) está más relacionado con el mercado y a la industria, y el investigador principal con la universidad. Por tanto, en los proyectos de I+D de cooperación industria-universidad ambos roles coexisten,

pero representando distintas actividades y sectores, siendo complicado que ambos agreguen valor al proyecto logrando una gestión efectiva, al estar cada uno del lado de un agente y no con el fin último de gestionar el proyecto en sí superando las barreras de los agentes involucrados (stakeholders management). La colaboración entre ambos es beneficiosa (soporte financiero para la universidad y conocimiento comercializable o valor diferencial frente a la competencia en la industria) y, por tanto, el éxito del proyecto en su conjunto debiera ser una motivación para ambos. Con las variables identificadas como claves en la bibliografía, la gestión del proyecto integral (no por agentes) contando con estos elementos permitiría un aumento del éxito del mismo.

Para resumir, lograr alcanzar una aplicación sensible, beneficiosa y efectiva de la gestión de proyectos en la I+D puede resultar tan difícil como la investigación en sí misma (Lambert, 2006), pero debiera ser posible gestionar la I+D con estándares de gestión de proyectos (Memon and Daniels, 2007). Los procesos de I+D son totalmente diferentes a una gestión de proyectos habitual donde el foco son los negocios. La gestión de proyectos ya no debe ser únicamente controlar plazos y costes. La investigación debe ser más flexible puesto que trabaja con mayor incertidumbre y riesgo y con un recurso humano singular (Petroni et al, 2012). Los proyectos de desarrollo o de innovación son más parecidos a los proyectos industriales y donde mayor aplicación existe de la gestión de proyectos estándar, con las necesarias distinciones y características especiales. La investigación básica, sin embargo, ganaría mucho de utilizar herramientas básicas de la gestión de proyectos potenciando las actividades de los científicos (Lambert, 2006). Para Aginako y Otegi (2011), el personal académico y científico necesita de unos gestores diferentes a los de la industria, con experiencia en gestión de investigación.

Las propuestas existentes de modelos de gestión de carteras y proyectos de I+D se centran principalmente en modelos de toma de decisión (selección y priorización) así como en gestión de riesgos, pero con poco impacto en la práctica y con una laguna de los elementos que producen esas decisiones (Verma et al, 2011). Además, se siguen identificando problemas e inconsistencias en la gestión de recursos humanos, éxito de proyectos, excesiva importancia de los aspectos

económicos, financieros y de mercado, así como una gestión de proyectos más potente en el sector de I+D (Vandaele and Decouttere, 2013).

Ninguno de los modelos o propuestas existentes trata directamente el planteamiento de la conformidad con que el IP sea el gestor del proyecto de I+D o viceversa, directamente se asume como que debe ser así. Y el equipo del proyecto es el equipo de investigador de igual manera. Sin embargo, se han identificado numerosos problemas en la universidad, la industria y los proyectos de cooperación industria-universidad que el rol del gestor de proyecto, del IP y la aplicación o adaptación de la gestión de proyectos podría ayudar a solucionar. La mejor condición para una correcta gestión de proyectos es aquella en la que todas las personas y equipos que participan son competentes para hacer su trabajo y para asumir sus responsabilidades (Tavares, 2004; Koch and Knoepfel, 2008; Barrenha and Takahashi, 2010).

En la Tabla 4 siguiente se muestran de modo sintético el estado, las características y los distintos enfoques de los distintos tipos de proyectos de I+D según los agentes analizados. Para el caso de las universidades, el investigador más cualificado para desarrollar actividades de investigación (IP), invierte gran parte de su tiempo en gestionar (costes, contratos, riesgos, plazos, incertidumbres, stakeholders, comunicación, recursos humanos, etc.) en lugar de dirigir y gestionar la investigación en sí, lo que parece una incongruencia en sí misma. Además, todo apunta a que se apuesta por que el IP sea formado en competencias y conocimientos de gestión de proyectos para que continúe asumiendo el doble rol de gestor y de investigador. Sin embargo, parece que la investigación en sí misma y la gestión del proyecto debieran ser actividades sinérgicas y suficientemente importantes como para que sean dos roles separados.

En el caso industrial, el hecho de tener proyectos más centrados en el desarrollo y la innovación, y la mayor cercanía de estos proyectos con los proyectos industriales hace que la gestión de proyectos esté más integrada y que existan gestores de proyectos de I+D, pero no se hace referencia explícita a los IP. Lo que no permite comprobar la situación de ambos roles en el sector industrial, aunque en este caso todo apunta a la existencia de un rol más centrado

en el mercado y en los negocios (el gestor de proyectos de I+D) que asume ambos roles (líder de la innovación y gestor del proyecto) y que se apoya en la colaboración con la universidad cuando se trata de un proyecto de investigación más pura.

En este último caso, los proyectos de I+D de cooperación industria-universidad con un potencial enorme de éxito a largo plazo al unirse la función empresarial con aquella más puramente científica, parece que hace unir los dos estados anteriores en una suma de agentes (no sinérgica) con investigadores principales por parte de la universidad y gestores de proyectos de I+D por parte de la industria.

**Tabla 4. Sobre Industria, universidad, centros de I+D y cooperación Industria&Universidad. (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 20140)**

	<b>Industria</b>	<b>Universidad</b>	<b>Universidad-Industria</b>
<b>Tipos de proyectos de I+D desarrollados</b>	Proyectos de Investigación Aplicada, Desarrollo e Innovación.	Proyectos de Investigación Básica.	Proyectos investigación aplicada, desarrollo e innovación.
<b>Uso de Gestión de Proyectos, conocimientos y avances</b>	Gestión de Proyectos más interiorizada y aplicada (mayor cercanía a proyectos industriales)  Importantes avances en modelos de selección de proyectos y gestión de riesgos de R&D Projects.	Gestión de Proyectos no utilizada, no se considera útil ni práctica para ámbitos académicos.  Falta de conocimientos y competencias en gestión de proyectos de I+D. Falta de apoyo a los investigadores (apoyo administrativo únicamente, eg. OTRIs).  Mucho tiempo dedicado a labores de gestión donde no se es experto.	Gestión de Proyectos más interiorizada en la industria. Falta de madurez en la transferencia de conocimientos y baja importancia de la gestión de proyectos.  Nuevas necesidades de gestión en proyectos de cooperación (confianza, comunicación, riesgos, etc.) y nuevos retos, además de los inherentes a la I+D.  OTRI (universidades) como efecto positivo aumentando el contacto con las empresas.

<p><b>Conocimiento vs Mercado</b></p>	<p>Dependencia tecnológica y del mercado. Éxito se mide en términos económicos (beneficios).</p>	<p>Dependencia de los avances del conocimiento y de fuentes de financiamiento. Éxito se mide en difusión (eg. publicaciones).</p>	<p>Doble dependencia, cada agente busca objetivos distintos (industria: mercado; universidad: conocimiento). Acercando sus intereses: universidad híbrida e industria científizada.</p>
<p><b>Gestor de Proyectos vs. Investigador Principal</b></p>	<p>Existencia de la figura del gestor de proyectos de I+D. No se menciona al Investigador Principal. Proyectos más industriales que científicos, no aparecen dos roles.</p>	<p>Existencia del Investigador Principal requerido en todas las convocatorias de I+D. No se menciona al gestor del proyecto o se asume que será el IP+OTRI.</p>	<p>Doble liderazgo por cada agente (universidad: IP; Industria: GP). Soporte financiero a la universidad por parte de la industria (desequilibrio en decisiones) a cambio de conocimiento.</p>
<p><b>Soluciones o propuestas existentes</b></p>	<p>Existencia del T-man como un engranaje de conocimiento y experiencia: actor de integración. Alternativa al doble rol.</p>	<p>Formación de investigadores principales en gestión de proyectos: adopción de ambos roles de científico y gestor al tiempo.</p>	<p>Dos roles, uno para cada agente. Cada rol busca el éxito de su agente no el éxito del proyecto.</p>

Sin embargo, y de acuerdo a la hipótesis inicial, en un sector tan potente como es la I+D y clave en el desarrollo futuro del conocimiento y del desarrollo tecnológico, parece que existe una oportunidad de mejora en los proyectos de I+D tanto en la integración, adaptación y aplicación de estándares de gestión de proyecto y sus procesos directivos como en la co-existencia del doble rol de IP y de gestor de proyectos. Aquí se propone (Figura 11) que el gestor de proyectos y el investigador principal sean dos roles separados aunque con mucho contacto y con conocimiento de las tareas que cada uno desarrolla (mismo lenguaje y buena comunicación), de manera que el equipo gestor se dedique a alinear los objetivos del proyecto con los de su organización, preocupándose de saber qué proyectos interesan a la organización y a los equipos de I+D y, una vez seleccionados, buscando financiación mediante distintos proyectos o subproyectos en distintas

fuentes de financiación. Además, también resulta clave la tarea de gestión de las distintas áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, fundamental en los R&D Project, con el fin de agregar valor al proyecto mediante los procesos de dirección. Por su parte, el equipo de investigación se dedica a liderar y llevar a cabo las actividades exclusivas de I+D con el fin último de avanzar en el conocimiento científico. En el caso de los proyectos de cooperación industria-universidad, estos dos roles deben buscar el éxito del proyecto que a su vez sea el de las distintas instituciones con áreas de conocimiento más importantes (comunicación, stakeholders) debido a la particularidad de estos proyectos. Esta aproximación no se ha encontrado en el estado del arte, así como se considera que la hipótesis puede considerarse validada para el caso de la universidad. No así para el resto pues no existen especificaciones que permitan concluir que el investigador principal es el gestor del proyecto, aunque sí permiten vislumbrar que el gestor del proyecto asume el rol de gestión en el caso de la industria y de los proyectos de cooperación con ciertas limitaciones comentadas. Esta propuesta teórica puede tener un gran recorrido en el sector de I+D (principalmente en el mundo académico, donde se ha confirmado el margen de mejora con mayores evidencias) permitiendo mejoras en la gestión del proyecto, permitiendo que cada experto se dedique a su área de experiencia, pudiéndose saltar de uno a otro, pero evitando el doble rol en una misma persona.

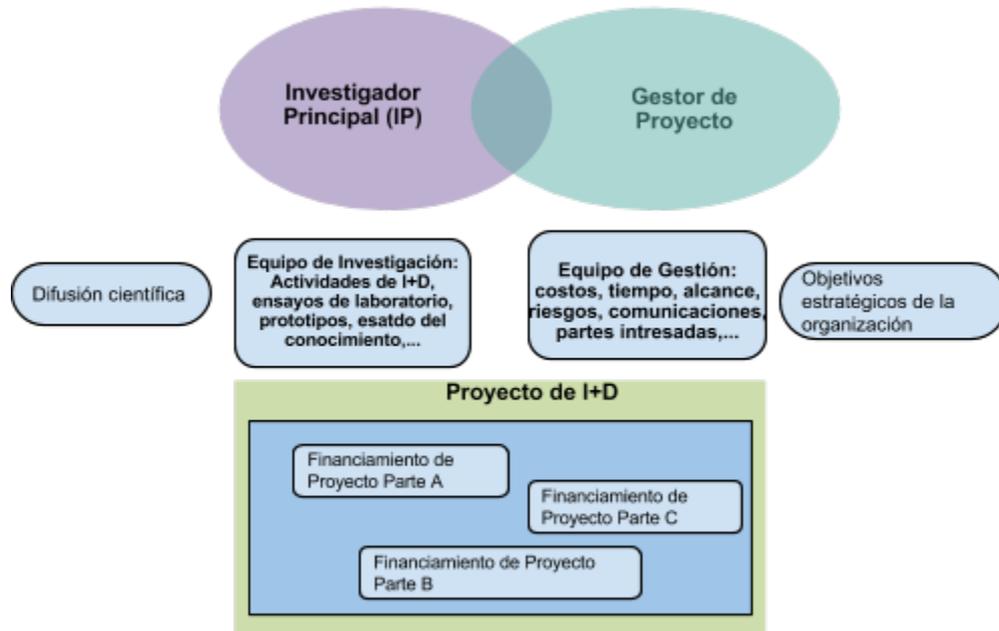


Figura 11. Esquema del Rol IP y GP (Fuente: Cassanelli, Fernandez-Sanchez, Guiridlian, 2014)

Heinze et al (2009) marcaban también la necesaria flexibilidad y seguridad en el financiamiento de la I+D como elementos clave para la creatividad. Sin embargo, cuando los investigadores gestionan un proyecto (documentar entregables, contratar personal y recursos, gestionar el plazo, buscar financiación, conectarse con redes internacionales, etc.), estas labores hacen que merme su creatividad y su rendimiento científico. Existe la posibilidad de integrar ambas áreas de conocimiento (R&D Management y Project Management) para lograr crear sinergias importantes y el éxito tanto de la investigación como de la gestión de los proyectos de I+D. Y esa es la propuesta fundamental de este capítulo.

## **CAPÍTULO 5: OFICINAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS (PMOs), OFICINAS DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS (OTRIs)**

Gran parte del trabajo realizado en las organizaciones se produce como proyectos (Keil, Mixon, Saarinen, & Tuunainen, 1995).

Algunas de las principales razones de los fracasos de los proyectos son el resultado de una mala gestión del conocimiento: la falta de estimación eficaz de los proyectos y la elaboración de presupuestos, la falta de comunicación y las prácticas de intercambio de información, reutilización inadecuada de las experiencias del pasado y las lecciones aprendidas, y la comprensión insuficiente de la tecnología, en particular de sus limitaciones. Otros motivos típicos son la falta de coherencia en la gestión, la falta de oficial seguimiento, y la falta de participación de los usuarios funcionales. El resultado final son altos costos y tiempos como consecuencia de reinicios o proyectos abandonados de forma rutinaria antes de su finalización. (Desouza, Evaristo, 2006)

El establecimiento de una Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) es una estrategia que se puede utilizar para resolver estos problemas, es una fuente de integración centralizada y un depósito de conocimiento que se puede utilizar para informar una gestión más eficaz y eficiente de la gestión de proyectos.

Las organizaciones reconocen la importancia del éxito de los proyectos, y la importancia de la gestión de proyectos para alcanzar tal logro. Muchas organizaciones consideran la gestión de proyectos como una clave estratégica de competitividad. Para lograr la efectividad en proyectos y mejorar el gerenciamiento de los mismos se promueven metodologías, así como creación de oficinas de proyectos (PMO) (Kerzner, 2001).

Las Oficinas de Gestión de Proyectos (PMO, por sus siglas en inglés – Project Management Office) están adquiriendo un rol principal en las organizaciones, transformándose en la entidad encargada de centralizar y coordinar la dirección de proyectos, aportando al cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Sin embargo, también es un hecho que muchas organizaciones no han desarrollado las capacidades necesarias para que dicho aporte sea real y efectivo, lo que ha resultado en que las PMOs no puedan entregar o demostrar el valor que la organización buscaba con su implementación.

En el entorno de hoy en día, y en las condiciones económicas y de negocios cada vez más competitivos, las organizaciones no pueden darse el lujo de seguir gastando enormes sumas de dinero sobre proyectos y programas fallidos. Tampoco pueden afrontar el costo de una ineficaz PMO. Por lo tanto, es importante evaluar y comprender el valor de una PMO puede y debe ofrecer y lo que constituye la combinación adecuada de las personas y los procesos dentro de un PMO para hacer que contribución.

Según Goldfarb y Henrekson, 2003 y OECD, 2003, en los últimos años los gobiernos de los países desarrollados han establecido regímenes de propiedad intelectual e industrial que conceden la titularidad de los resultados de la investigación financiada con recursos públicos a las propias universidades. El control de la propiedad intelectual por parte de la universidad le ha provisto de incentivos para promover la transferencia de tecnología y la colaboración en investigación con la industria, y a su vez, los gobiernos tienen más incentivos para apoyar la transferencia de tecnología y la comercialización de investigación pública y hacerlo de forma más eficiente.

De esta forma se han creado las oficinas de transferencia de tecnología (OTRIs, o TTOs por sus siglas en inglés – Technology Transfer Offices), que gestionan las patentes y la negociación y concesión de licencias, y otras estructuras como los centros de investigación mixtos, parques científicos e incubadoras de empresas que, de una u otra forma, facilitan la transferencia de conocimiento al sector productivo (Cotec, 2003).

Las Oficinas de transferencia de tecnología son de importancia estratégica para las universidades comprometidas con la comercialización del conocimiento académico (O’Kane et al, 2014).

En la gestión universitaria es más probable que veamos la eficacia de las TTOs como un asunto de importancia estratégica. Las universidades son agentes

fundamentales en las economías y sociedades (Martin, 2012, cada vez más intensivas en conocimiento. El capital intelectual, que surge de los proyectos de investigación público-privados y actividades de transferencia de tecnología, contribuye a la innovación de la industria, el crecimiento económico y el desarrollo social en las economías basadas en el conocimiento (Etzkowitz, 2003; Feller, 1990; Mangematin et al, 2014; Rothaermel et al, 2007; Sörlin, 2007). La gestión universitaria, por lo tanto, tiene un interés en asegurar que sus TTOs contribuyan a la competitividad nacional a través de la comercialización de la investigación (Bozeman, 2000; Mowery y Ziedonis, 2002).

## 5.1 El rol de las PMOs

Para algunos autores una definición universal de una PMO no es posible, porque desarrollar una PMO que trabaje para una organización es un ejercicio tanto de personalización y esfuerzo sostenido. PMO pueden variar ampliamente en cuanto a tamaño, estructura y responsabilidad (Desouza, Evaristo, 2006).

La definición propuesta por el Project Management Institute (PMI, 2013) establece que: "Una oficina de gestión de proyectos (PMO) es un órgano de la organización o entidad asignada a diversas responsabilidades relacionadas con la gestión centralizada y coordinada de los proyectos bajo su dominio. Las responsabilidades de la PMO pueden ir desde proporcionar las funciones de apoyo de gestión de proyectos para realmente ser el responsable de la gestión directa de un proyecto".

Estas pueden ser:

- Gestión de los recursos compartidos y coordinados entre proyectos.
- Desarrollo de metodologías, mejores prácticas, técnicas, normas y herramientas.
- Una oficina de información y administración de políticas, procedimientos y plantillas.
- Una plataforma para el sistema de información de los directores de proyecto.

- Gestión centralizada de riesgos compartidos.
- Coordinación central de la gestión de las prioridades entre proyectos.
- Supervisión centralizada de todos los cronogramas y presupuestos de proyectos.
- Eventualmente, la dirección de algunos proyectos complicados y/o importantes.

Las PMOs surgen debido a las diferentes necesidades, pero el objetivo común obtener mejores resultados en los proyectos desarrollados por la organización (Pinto, A; Cota, M; Levin, G., 2010)

Dai y Wells, 2004, describen la PMO como "una entidad de organización establecida para ayudar a los administradores de proyectos, los equipos y los distintos niveles de gestión en cuestiones estratégicas y entidades funcionales de toda la organización en la implementación de los principios de gestión de proyectos, prácticas, metodologías, herramientas y técnicas"; es decir, una empresa o PMO estratégica que facilita la gestión de la toma de decisiones en la priorización y la alineación estratégica de los proyectos.

Desde el punto de vista del conocimiento, la PMO puede ser considerada como una unidad organizativa para facilitar la coordinación de conocimientos y otros recursos entre la organización basada en proyectos (PBO) y sus proyectos, y por lo tanto puede actuar como un puente sobre límites de la organización y el conocimiento.

Pemsel y Wiewiora (2013), encontraron en su investigación que la PMO debe poseer múltiples capacidades de mediación de conocimientos con el fin de apoyar y conocer los comportamientos de intercambio de conocimientos de los gestores de proyecto (PMs). Las capacidades propuestas son: (a) facilitar y promover el desarrollo estratégico de las relaciones con diversos grupos de interés, el uso estratégico de los objetos de contorno y los esfuerzos en la interacción con los PMs. Por otra parte, los órganos normativos necesitan capacidades en la educación de los PMs de utilizar estratégicamente objetos de contorno similares y esfuerzos en sus operaciones; (b) gobernar, controlar y apoyar a los PM en su funcionamiento para garantizar los flujos de conocimiento

eficiente; (c) adoptar el coaching, la negociación y la formación de los roles para asegurar el desarrollo de competencias, que se encontraron para requerir una interacción de mando y estrategias de facilitación.

Los proyectos suelen requerir dos áreas de gestión: la gestión interna del proyecto y la gestión de las necesidades y las demandas externas interpuestas por el cliente. La PMO es un fenómeno organizacional multirol, que se adapta a las necesidades idiosincrásicas de la organización variando la expresión de control, parteniring, o el rol de servicio. Esto lleva a tener diferentes relaciones con otros PMOs y entidades organizacionales relacionadas con la gestión de proyectos, donde la PMO es vista ya como de orden superior, inferior, igual, o como un balance entre los 3 extremos (Turner y Keegan, 2001).

Estudios cualitativos recientes de Aubry, Hobbs, y Thuillier, (2008) indicaron que hay un grado de inestabilidad en el análisis histórico de las PMOs. Este es un fenómeno complejo y que exige instrumentos para evaluar el rendimiento y la constante reinención de las PMOs. Por lo tanto, un modelo de madurez, como se aplica a las PMOs, fue desarrollado y probado con el objetivo de ayudar a tomar una discusión académica a otro nivel de complejidad. En el desarrollo del modelo, los autores llegaron a la conclusión de que cuanto mejor la PMO presta sus servicios, y sólo los relacionados con las funciones necesarias, más se percibe la entrega de valor a la organización.

Aubry, Hobbs, y Thuillier (2008) analizaron la historia de cuatro PMOs y observaron que todas sufrieron un fenómeno complejo de transformación cada dos años, en promedio, y que esto se produjo tanto por el propio el proceso de la evolución como por la inestabilidad de la organización.

Las tensiones organizativas son la principal motivación detrás de la implementación y reconfiguración de las PMOs, es decir, las cuestiones de poder organizacional y las políticas tienen que ser considerados, y estos temas aumentan aún más la complejidad de la gestión de las PMOs (Aubry, Hobbs, y Thuillier, 2008).

En los últimos años, los autores de renombre (Crawford, 2002; Hill, 2004; Kerzner, 2005), las instituciones (Instituto de Ingeniería de Software [SEI], 2000),

e incluso el Project Management Institute (2008) desarrollaron modelos de evaluación de la madurez de la organización. El objetivo de los mismos es para facilitar el proceso de madurez en las organizaciones al ofrecer una vía estructurada basada en las mejores prácticas del mercado y fomentar la mejora continua.

En un "retrato fiable de la población de las PMOs" el 50% de las PMO estudiados tienen la función de monitoreo y el control de su propio desempeño. En otras palabras, PMO se refieren a la evaluación y la medición de su rendimiento. Teniendo en cuenta la falta de conocimiento que existe acerca de la madurez de la PMO, se sugiere un nuevo modelo específico para la evaluación de su madurez. Su objetivo es permitir a una PMO, basada en su misión, evaluar objetivamente su nivel de madurez, teniendo en cuenta el grado de sofisticación con el que realiza cada una de las funciones de las que es responsable, sin dejar de tener en cuenta las más funciones comunes de PMO en el mercado, así como sus propios intereses específicos y necesidades. (Hobbs y Aubry, 2007).

#### **5.1.1 ¿Por qué las organizaciones tienen PMO?**

Las Organizaciones basadas en proyectos (PBO) necesitan mecanismos de coordinación para facilitar la integración y la gestión de los conocimientos a través de proyecto grupos y unidades de negocio (Gann and Salter, 2000).

La PMO tiene potencial para actuar como un puente sobre la organización y las fronteras del conocimiento en la PBO, ya que abarca al menos tres niveles de la organización: la alta dirección, el personal de la PMO y los equipos de proyecto (Julian, 2008).

La Investigación realizada por la Cranfield University, 2013, muestra que alrededor del 70% de las grandes organizaciones tienen algún tipo de PMO, siendo algunas más eficaces que otras en el aumento de tasas de éxito del proyecto.

Según esta universidad, en general las organizaciones tienen una PMO para una o más de las siguientes razones:

- Para reducir el riesgo de los proyectos de no cumplir con los objetivos de tiempo, costo y calidad.
- Para aumentar el éxito de los proyectos y programas en la entrega de valor de negocio esperado.
- Para hacer un uso más eficiente de los recursos de los proyectos mediante el uso de un "servicio compartido".
- Para hacer un uso más eficaz de los escasos conocimientos y recursos a través de proyectos y programas.

La Oficina británica de Gobierno Comercio (OGC) (2008) ve una PMO como una parte importante de la gestión de programas y proyectos estructuras de organización y en su modelo P3O iii promueve una estructura de tres niveles que comprende una oficina de gestión de cartera, una oficina de gestión de programas y una oficina de gestión de proyectos. Sin embargo, muchos directores de programas y de proyectos cuestionan los beneficios reales entregados por estas oficinas de apoyo y los consideran un gasto de sobrecarga que añade poco valor al proyecto y ejecución de los programas o incluso una burocracia innecesaria que se interpone en el camino.

Al principio de la investigación se confirma esta disparidad de puntos de vista y también la enorme variación en las estructuras y funciones de los órganos normativos. En el ambiente de negocios, hoy en día la difícil situación económica, hace que las organizaciones no puedan darse el lujo de seguir gastando enormes sumas de dinero en proyectos y programas fallidos. Tampoco pueden afrontar el costo de una PMO ineficaz. Por lo tanto, es importante evaluar y comprender el valor que una PMO puede y debe ofrecer y lo que constituye la combinación adecuada de las personas y los procesos dentro de un PMO para hacer esa contribución.

Una PMO es a menudo vista como un área de soporte dentro de la organización, de una manera similar a las áreas de contabilidad, marketing o tecnología de la información. En la mayoría de las organizaciones, estas áreas no se consideran como un área que tiene su propia razón de ser, ya que su propósito es apoyar el desarrollo de la actividad principal de la compañía.

Según los autores existen diferencias cruciales que hacen las PMOs algo diferente de un área de soporte tradicional.

El requisito de que la PMO debe generar valor es, de hecho, algo mucho más crítico que las exigencias que normalmente se observan en las zonas tradicionales de apoyo, cuyo valor se traduce en beneficios que son no siempre apreciables o medibles. A diferencia de estas áreas, una PMO se cuestiona constantemente en cuanto a su contribución a la organización y es a menudo visto como un tipo de gastos generales operativos, si el valor generado por la PMO no se percibe claramente.

Así, en el análisis de las PMO desde otro punto de vista, podemos ver que es un verdadero proveedor de servicios dentro de la organización, teniendo en cuenta que un proveedor de servicio externo podría tener su contrato rescindido en cualquier momento porque no es la adición de un valor suficiente. De la misma manera, una PMO también puede perder involuntariamente todo el apoyo y el respaldo que tiene, ya que es incapaz de generar valor y beneficio perceptible que justifican el mantenimiento de la inversión realizada.

### **5.1.2 Funciones de las PMO**

Letavec (2006) distingue entre tres tareas de la PMO: PMO como (1) una organización de consultoría, (2) una organización del conocimiento, y (3) una organización de estándares.

Hill (2008) presenta cinco tareas distintivas PMO y sus sub-tareas: (1) gestión de la práctica, incluyendo las subtareas de la metodología de gestión de proyectos, herramientas del proyecto, estándares y métricas, y la gestión del conocimiento del proyecto, (2) la gestión de infraestructuras, incluyendo las subtareas de proyecto gobernabilidad, evaluación, organización y estructura, e instalaciones y equipo de apoyo, (3) la integración de recursos, incluyendo las sub-tareas de gestión de los recursos, la formación y la educación, desarrollo de la carrera, y el desarrollo del equipo, (4) técnico apoyo, incluyendo las sub-tareas de tutoría, la planificación del proyecto, la auditoría de proyectos, y la

recuperación del proyecto, y (5) de negocios alineación, incluyendo la gestión de la cartera de proyectos, cliente gestión de relaciones, gestión de las relaciones proveedor / contratista, y la gestión del rendimiento empresarial.

En la investigación publicada por Hobbs y Aubry (2007), las 27 funciones más comunes de las PMO son:

- Informe de estado de proyecto / programa (información) a la gerencia superior.
- Desarrollar e implementar una metodología estándar de gestión proyecto.
- Monitorear y controlar el rendimiento del proyecto / programa.
- Desarrollar las competencias (habilidades) de profesionales, incluida la capacitación.
- Implementar y operar la gestión de proyectos de los sistemas de información.
- Proporcionar buena gestión con el asesoramiento.
- Coordinar e integrar los proyectos en la cartera; priorizar a estos proyectos y reequilibrarlos según sea necesario.
- Desarrollar y mantener un cuadro de indicadores del proyecto.
- Promover el conocimiento de gestión de proyectos dentro de la organización.
- Monitorear y controlar el rendimiento de la PMO.
- Participar en la planificación estratégica.
- Proveer mentores para Jefes de Proyecto.
- Administrar una o más carteras.
- Identificar, seleccionar y priorizar nuevos proyectos.
- Administrar los archivos de proyecto y / o documentación; ajuste un repositorio de gestión del conocimiento.
- Administrar uno o más programas.
- Proyectos y programas de auditoría.
- Administrar interfaces de cliente.
- Proporcionar un conjunto de herramientas que pueden ser personalizadas para satisfacer las necesidades específicas de programas y proyectos.

- Proporcionar tareas especializadas (servicios) para directores de proyectos.
- Asignar (y compartir) los recursos entre proyectos.
- Llevar a cabo revisiones por la dirección después del proyecto (lecciones aprendidas).
- Implementar y administrar la base de datos lecciones aprendidas o repositorio de conocimiento.
- Implementar y administrar el riesgo y los problemas base de datos.
- Administrar los beneficios del programa.
- Redes y exploración del entorno, relaciones del proyecto de mapeo y ambiente dentro de la organización y externo a él.
- Reclutar, seleccionar, evaluar y decidir sobre los sueldos de los directores de proyectos; establecer una trayectoria profesional de gestión de proyectos.

### **5.1.3 Modelos de Organización con PMO (Tipos de PMO)**

En la actualidad existen aplicaciones y directrices de asociaciones profesionales sobre las diferentes formas de estructurar una PMO, sin embargo, debido a que es un fenómeno relativamente reciente para el área de conocimiento de la dirección de proyectos (Hobbes et al., 2008), a nivel científico la evidencia es escasa (Aubry y otros, 2007).

Según (Desouza y Evaristo, 2006; Sicotte, Drouin y Delerue, 2012) la PMO puede permitir que el conocimiento que va adquiriendo la organización al ejecutar diversos proyectos en diferentes períodos de tiempo, conforme una base de conocimiento muy útil para el largo plazo.

Las oficinas de gestión de proyectos son unidades que permiten agrupar la coordinación del proceso de ejecución de las intervenciones temporales de la organización (Umger et al, 2011).

Crawford y Cabanis-Brewin, 2011, clasifican las PMO en tres tipos:

- El tipo I: Oficina de proyecto: se encarga del control y seguimiento del cronograma y el presupuesto de grandes y complejos proyectos individuales.
- El tipo II: Nivel departamental PMO: integración de proyectos en uno o más portafolios de proyectos, sin embargo, también puede tomar parte o la totalidad de las funciones de la Oficina de Proyectos de Tipo I.
- Tipo III: Empresa / PMO Estratégico: Para facilitar la gestión de la toma de decisiones corporativas y de alto nivel en el establecimiento de prioridades y la alineación estratégica de los proyectos.

De acuerdo con el PMBOK quinta edición, los tipos de Oficina de Proyectos pueden ser, de acuerdo a la función que cumplen:

- De Soporte: Asume el rol de consultor en los proyectos, suministrando plantillas, guías para las mejores prácticas, entrenamiento, acceso a la información y lecciones aprendidas de otros proyectos.
- De Control: Encargada de velar por el cumplimiento de las metodologías y formas de gestionar los proyectos. Normalmente el control de este tipo de Oficina de Proyectos, es moderado.
- De Dirección: Encargada de tomar el control directo de los proyectos y gestionarlos.

Englund, Graham y Dinsmore (2003), por ejemplo, presenta cinco tipos de PMOs: la Oficina de Proyectos de control único, dirigido hacia un solo proyecto y que es más operativo en el modo en que opera; la oficina del proyecto estratégico, dirigido hacia el conjunto de la organización, y que opera estratégicamente; la oficina del proyecto unidad de negocio, dirigido a un área o departamento y que opera ya sea estratégica o táctica; la oficina de apoyo al proyecto, dirigido hacia el toda la empresa, pero que tiene un papel operativo; y, finalmente, el centro de gestión de proyectos de excelencia, que se centra en la mejora continua y la innovación.

## 5.2 El rol de las OTRIs, OTTs o TTOs

En general, las universidades no están familiarizadas con las formas de funcionar del sector productivo y las actividades de comercialización (Condom, 2003; Landeta et. al., 2004; Romo et. al., 2006). Según Ndonzuau, Pirnay y Surlémont, 2002, el científico o el inventor de la universidad tiene una cultura académica y, por lo tanto, tiene una relación ambigua con la innovación comercial. El profesor universitario suele tener una preferencia clara por la investigación básica.

La necesidad de vincular al sector empresarial con las Universidades, Centros de Investigación y dependencias gubernamentales como un medio para fortalecer las relaciones entre actores del sistema de innovación, para potenciar la competitividad de las empresas y orientar la investigación hacia la satisfacción de necesidades concretas, motiva a las Instituciones académicas a proteger los resultados derivados de las acciones en materia de investigación y desarrollo tecnológico a través de organismos que faciliten los procesos de gestión de la propiedad intelectual y la transferencia de tecnología. (Pedraza Amador, Velázquez Castro, 2013).

Según Bercovitz et. al, 2001, gran número de las universidades con altos niveles de interacción universidad-empresa utilizan un modelo descentralizado de transferencia de tecnología. Las responsabilidades de las actividades de transferencia están situadas muy cerca de los grupos de investigación. Esto requiere un adecuado apoyo administrativo que permita al investigador focalizarse en su trabajo y dejar las actividades de carácter administrativo asociadas con la transferencia de conocimiento (acuerdos legales, cuestiones financieras, marketing, etc.) a unidades especializadas y descentralizadas que aseguren un suficiente nivel de autonomía para desarrollar las relaciones con la empresa. A estas unidades se les conoce con el nombre genérico de Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTRIs, OTTs o TTOs).

Las Oficinas de Transferencia Tecnológica que permitan dirigir el proceso de transferencia del conocimiento tecnológico y científico hacia la generación de innovación son reconocidas por las universidades como una nueva forma de

llevar a cabo el proceso de I+D, de naturaleza cooperativa o en colaboración con otros agentes, así como el diseño de nuevos espacios de transferencia y creación de conocimiento a través de estructuras (Bueno, 2007) así como constituir una forma institucionalizada de transportar y canalizar ideas, invenciones e innovaciones de los investigadores y cuerpos académicos a la industria de la región y a la sociedad (Hülsbeck et al., 2011) esto dado que las innovaciones y su comercialización están basadas en los efectos de las interacciones entre investigadores e industria, acordes con la tendencia mundial de establecer estructuras organizacionales especializadas, diseñadas para servir de puente entre universidades y la industria (Krücken et al., 2007).

Las TTOs universitarias son actores enigmáticos en el ámbito del espíritu empresarial académico. Hoy en día las TTOs son consideradas en términos generales como un “broker” entre el mundo académico y la industria (Phan and Siegel, 2006; Powers and McDougall, 2005; Rothaermel et al., 2007). Además, ayudan a la academia a comprender las necesidades de la industria, así como acceso a los recursos críticos, experiencia y apoyo en el proceso de comercialización (Clarysse and Moray, 2004; Colombo and Delmastro, 2002; Markman et al., 2005; Siegel et al., 2003).

Son entonces facilitadoras del traspaso de innovaciones tecnológicas desde la universidad a la industria. La transferencia de tecnología por parte de las Universidades suele realizarse a través de dos vías, la de licencia para la explotación de patentes y la creación de empresas (Spin-offs). Dicha transferencia corre a cargo de las denominadas Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs) o Technology Transfer Offices (TTOs) (Vendrell Herrero, Ortín Ángel, 2008).

Según (Vendrell Herrero, Ortín Ángel, 2008) las principales funciones de las TTOs son:

- Entrar en contacto con expertos que posean el conocimiento necesario que las empresas requieren en cuestiones de asesoría.
- Preparar y redactar los contratos sirviendo de puente de colaboración entre la universidad y las empresas.

- Encontrar ayudas financieras públicas para las actividades de colaboración establecidas.
- Difundir el catálogo de conocimiento científico y tecnológico de las universidades a las empresas.
- Administrar las patentes que pertenecen a la universidad y controlar la explotación por parte de las empresas interesadas.

Mc Donald et al, 2004 la misión de las TTOs es ayudar la universidad a actuar proactivamente en el proceso de innovación, y sus objetivos son:

- Facilitar la conversión de los resultados de investigación en nuevos productos y servicios en beneficio de la sociedad.
- Promover el desarrollo económico regional y la creación de empleo.
- Recompensar, retener, reclutar a investigadores y estudiantes.
- Fomentar las relaciones con la empresa.
- Generar recursos financieros complementarios para la universidad y/o los investigadores a través de la investigación sponsorizada, servicios de consultoría y donaciones.
- Prestar a todo el personal de la universidad servicios relacionados con la propiedad intelectual y el aprendizaje.
- Apoyar la creación de Spin-offs.
- General ingresos por royalties para la universidad, los investigadores y la propia estructura.

Siegel et. al. (2003) identifican varios factores críticos para el éxito de estas estructuras: profesorado cualificado, políticas de promoción, adecuado sistema de incentivos, tanto en cuanto a la distribución de los derechos de la propiedad intelectual como al sistema de evaluación de los investigadores, así como una adecuada dotación de personal que incluya una mezcla de científicos, abogados y gestores altamente cualificados. Además, la propia organización de la investigación dentro de la universidad puede dar lugar a una diferente propensión a la explotación comercial de la investigación: si la universidad mantiene una

estructura organizativa basada en las tradicionales facultades y departamentos, puede esperarse una limitada orientación comercial de su investigación (Debackere y Veugelers, 2005).

Para Porcel et al, 2011 las TTOs desarrollan un rango de servicios para alcanzar los siguientes objetivos:

- Orientación para la Investigación y Desarrollo (I+D) y la financiación de la transferencia de tecnología.
- Difusión de la información (Boletines de I+D, I+D+I, llamadas, avisos, proyectos, etc.).
- Asesoramiento en la preparación de ofertas (gestión, difusión y explotación).
- Apoyo en la elaboración y negociación de los contratos con las empresas.
- Gestión de contactos.
- Ofertas tecnológicas (la elaboración de la oferta, difusión y promoción).
- El asesoramiento en la creación de nuevas empresas.
- Evaluación, protección y transferencia de los dos derechos de propiedad intelectual e industrial.

De acuerdo con Jensen y Thursby (2001) y Jensen et al. (2003) tres son los principales problemas que ha de salvar un proyecto para que finalmente sea comercializado. Primero, que haya investigadores que lo desarrollen y se los ofrezcan a las OTRIs. Segundo, que las OTRIs lo encuentren lo suficientemente interesante para que hagan un esfuerzo en buscar empresas interesadas y tercero que finalmente la encuentren.

### **5.2.1 Tipos de OTRIs**

Según Etzkovitz, Goktepe, 2005 hay tres tipos de TTOs:

De pre-umbral. Este grupo de TTOs, es relativamente nuevo o establecido tanto como 15 a 20 años, no han alcanzado el nivel de autosuficiencia la aceptación generalizada entre la facultad y la posición segura en la organización

universitaria. Las actividades de estas TTOs son limitadas debido a la falta de personal adecuado, y la financiación.

De post-Umbrales: este grupo de TTOs podría haberse establecido más recientemente, pero que pasado el nivel de umbral (nivel de autosuficiencia, la aceptación generalizada entre la facultad y la posición segura en la organización universitaria). Llegaron a este nivel, ya sea a través de un gran éxito en las patentes / licencias, recibiendo gran apoyo administrativo de la universidad, etc. sin embargo, todavía ponen de relieve el potencial de expansión y la necesidad de más fondos para esta expansión, y también posibilidad de aumento entre los profesores.

Maduro: este grupo ya ha generado cantidad sustancial de los ingresos a la universidad. Permiten a la universidad para generar sus propios ingresos. Tienen el número adecuado de personas (personal). Más o menos personal 1 TTO cada 6 grupos de investigación (1/6) se considera que es el número adecuado para la dotación de personal. Aproximadamente el 20% de los recursos de investigación son financiados como resultado de las actividades de transferencia de tecnología.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

La presente tesis analiza el sector de I+D y los proyectos que se realizan en el mismo tanto en el ámbito público como el privado. El objeto es establecer las responsabilidades de gestión de los recursos humanos de más alta calificación técnica y científica que integran los equipos de investigación y desarrollo.

En este sentido, se encuentra que los proyectos de I+D se caracterizan en particular por su elevado nivel de riesgo e incertidumbre técnica (destacándose una mayor componente en aquellos proyectos de investigación básica y una progresiva disminución del riesgo para los proyectos de desarrollo). El riesgo y la incertidumbre afectan las variables generales de gestión de proyectos tales como costes, plazos y objetivos. Además, influyen en el financiamiento, la organización ejecutora y los recursos involucrados.

Por otro lado, como marco de referencia para establecer las competencias requeridas para un gestor de proyectos de I+D se han identificado las características genéricas según dos de los estándares de referencia en el área de conocimiento de la gestión de proyectos, el que pertenece al International Project Management Association (IPMA) y el correspondiente al Project Management Institute (PMI).

En esta misma dirección, se han identificado las competencias requeridas a los Investigadores Principales (IP) en el ámbito científico tecnológico tanto para su categorización como para la obtención de fondos concursables que financien proyectos. En general, se encuentra que para aumentar las chances del logro de financiamiento durante la formulación de las propuestas de solicitud de fondos concursables tanto la dirección como la gestión del proyecto se le asigna dentro del equipo de proyecto al recurso humano con los mejores antecedentes.

Posteriormente a la asignación de fondos el director del proyecto es responsable del mismo y el interlocutor principal tanto con el sponsor como con el sector administrativo. Es en este proceso que asumen la responsabilidad de la gestión de sus proyectos. De manera que, al comparar las competencias generales requeridas para la gestión de proyectos y las necesarias dentro del sistema de I+D, se observa que carece formalmente de aquellas requeridas para

el desarrollo de la actividad de gestión de proyectos. En particular, para desarrollarla de forma profesional recordando que la condición para una gestión de proyectos exitosa es aquella en la que todas las personas y equipos que participan en el mismo sean competentes para asumir sus responsabilidades (Desouza y Evaritos, 2005, Tavares, 2004; Koch and Knoepfel, 2008; Barrenha and Takahashi, 2010).

A partir de este punto parece conveniente considerar la desvinculación del investigador principal de la gestión del proyecto de I+D. Esta consideración se podría materializar mediante la incorporación de un recurso humano específico con las competencias requeridas. De manera que sean dos roles separados sinérgicos dentro del equipo de investigación de I+D.

De los modelos o estructuras de organización considerados no se encontró la opción de separar los roles. Inclusive, es posible encontrar cierta aceptación generalizada con el hecho que el IP asuma la responsabilidad de gestor del proyecto de I+D. Esta estructura de integración regularmente aceptada del equipo de proyecto evidencia algunas dificultades en la gestión tanto en las actividades desarrolladas en las universidades, como en la industria y en aquellos casos de cooperación entre la industria y la universidad.

En este sentido, para el caso de las universidades, el investigador principal (IP) que es el RRHH más cualificado del equipo para desarrollar actividades de investigación, se ve obligado a invertir una cuota de su tiempo en gestionar (costes, contratos, riesgos, plazos, incertidumbres, stakeholders, comunicación, recursos humanos, etc.) que se resta de la actividad principal para la cual está fuertemente preparado. En la bibliografía se advierte que la propuesta para mejorar el desempeño del IP en gestión de proyecto es involucrarlo en programas de formación en gestión de proyectos. Con la idea que le permita el desarrollo del doble rol de gestor y de investigador en mejores condiciones.

De los párrafos previos, se observa que dentro del proyecto de I+D las actividades de investigación y las de gestión son suficientemente importantes como para establecer dos roles independientes dentro de la estructura de organización.

La experiencia en el caso del sector industrial, cuenta con el hecho de contar con proyectos con un mayor énfasis en desarrollo e innovación, y la proximidad con actividades industriales hace natural que la gestión de proyectos se encuentre integrada a la organización y cuenten con gestores formados y con experiencia.

Para los proyectos de I+D de cooperación entre la industria y la universidad la constitución de los equipos de trabajo resulta de la suma de agentes de cada organización. Destacándose los investigadores principales por parte de la universidad y los gestores de proyectos por parte del sector de la industria. La gestión del proyecto cuenta con dos actores, uno por parte de la universidad que en general es asignado al IP y, por el lado de la industria un gestor de proyectos con experiencia.

En los sectores de actividad considerados es posible identificar algunas razones que justifican dificultades relacionadas con el desempeño y los resultados de los proyectos. En general tienen su origen en los aspectos vinculados con la gestión de los mismos. Se destacan una pobre capacidad para la estimación de plazos, costos y recursos de las actividades y posterior elaboración de planes y presupuestos finales. La gestión de la comunicación entre los interesados e integrantes de los proyectos. Las prácticas de intercambio de información, la escasa utilización de experiencias anteriores y lecciones aprendidas. Insuficiente comprensión de la tecnología y en particular de las limitaciones de la misma. Otros motivos relacionados con aspectos operativos de la gestión están relacionados con la falta de metodologías maduras de gestión de proyectos para el sector de I+D. Impactando en la calidad de información vinculada al estado actual de los proyectos, y en particular, por un decaimiento en las funciones de supervisión y control durante el ciclo de vida del proyecto. Poniéndose de manifiesto por la pérdida de interés de los miembros del equipo de trabajo. Las consecuencias de estas dificultades producen aumento de costo y duración del proyecto y motivan con frecuencia cancelaciones.

Las dificultades señaladas abonan en la dirección de separar la gestión del proyecto de I+D de las responsabilidades que lleva adelante el investigador principal configurando dos roles diferenciados en la organización del equipo.

En este sentido el IP se concentra en el liderazgo del equipo de investigación y la actividad investigadora con el objetivo de maximizar la participación y lograr resultados científicos de excelencia que permitan la comunicación en revistas y foros de alto nivel. Además, que los mismos se integren en productos o servicios susceptible de registro y patente. Asimismo, potenciar la rápida transferencia de resultados a la sociedad que demanda ese el conocimiento.

Por otro lado, el rol del gestor de proyecto cuenta con la responsabilidad de agregar valor al proyecto mediante la gestión. En particular, la gestión de riesgos, de los costes y plazos del proyecto: asimismo la gestión de fuentes de financiación, la vinculación con proyectos externos del área, actuando como mediador entre los objetivos científico-tecnológicos de los investigadores y los de la organización adonde se inserta el equipo.

Hasta aquí se puede ver que la puesta en marcha de este tipo de organización permitiría al equipo investigador concentrar aún más su atención y tiempo en actividades estrechamente vinculadas con sus fortalezas. De esta manera tender a maximizar las capacidades del equipo en la resolución de problemas de investigación. Por otro lado, la gestión del proyecto se asigna a un equipo de especialistas que hace posible que la investigación pueda llevarse a cabo en las mejores de las condiciones posibles considerando las limitaciones y restricciones que experimenta el equipo de investigación.

Para el caso específico que se considere la incorporación de un gestor de proyectos de I+D se vuelve relevante tomar en cuenta en el proceso de implantación las singularidades propias del sector, de manera que, a las competencias generales establecidas previamente para un gestor de proyectos, se incorporen un conjunto adicional. Estas no son homogéneas ni en profundidad ni extensión para uno de los tipos de proyectos que se realizan en el sector de I+D. Por ejemplo, existen singularidades diferenciales entre proyectos de investigación básica y proyectos de desarrollo. Estas áreas experimentan diferencias particularmente en los niveles de riesgos que existen en particular sobre los resultados. Los equipos humanos que realizan las actividades, etc. presentan características diferenciales en cada sector de I+D. El gestor de estos

proyectos debe ser capaz de identificar estas singularidades e incorporarlas a su trabajo de manera de asegurar mediante los procesos de gestión utilizados el agregado de valor al proyecto.

De los comentarios precedentes se destaca la necesidad por parte del equipo de gestión de identificar las características y el tipo de proyecto que debe gestionar. De igual modo, se debe considerar que un mismo proyecto puede contar con miembros del equipo trabajando en objetivos relacionados con investigación básica y la transferencia de estos a proyectos de desarrollo y/o innovación. En estas circunstancias es deseable contar con un mapa con regiones que vincule los objetivos de cada área con el tipo de investigación que se desarrolla y la gestión que mejor se adapta en cada caso.

Las universidades en un esfuerzo por relevar a los investigadores principales y sus equipos de las responsabilidades relacionadas con la gestión y administración de los proyectos han desarrollado estructuras de apoyo. Las que cuentan con mayor reconocimiento son las denominadas Oficinas de Transferencia de Tecnología (TTOs) que son utilizadas por gran número de universidades en particular cuando se desarrollan proyectos con empresas. Constituyen un apoyo que permite al investigador delegar ciertas responsabilidades y mejorar su enfoque en las actividades centrales de sus responsabilidades. Estas organizaciones se ocupan de las actividades de carácter administrativo asociadas con la transferencia de conocimiento, vinculadas con acuerdos legales, aspectos financieros, marketing, etc. En función del nivel de independencia de las TTOs pueden desarrollar diversos tipos de relaciones con las empresas a través de los grupos de investigación (Bercovitz et. al., 2001).

Para finalizar se ha establecido que existe un espacio en la estructura de organización para la inclusión de la posición del gestor de proyectos especializado en I+D. Que esta inclusión traería ventajas incuestionables en el desempeño del equipo investigador en las actividades propias. Que al momento no se ha encontrado una solución satisfactoria que aborde el problema central que experimenta el Investigador Principal al adoptar las funciones de gestor de proyectos. Es que sobre esta base es posible considerar líneas de investigación futuras que aborden la discusión hacia cuestiones vinculadas con este tipo de

Gestor de Proyectos, el rol y las responsabilidades que debe asumir en el desarrollo de sus incumbencias. La definición de nuevas competencias requeridas para este RRHH en la estructura de la organización. Las métricas que revelen el impacto de esta estrategia tanto en términos de resultados científicos como del equipo de proyecto. Asimismo, la convergencia y alineamiento de los objetivos de proyectos de investigación con aquellos planteados por la organización a través de su planificación estratégica. Es así que este trabajo de tesis es el punto de partida para nuevos proyectos de investigación que permitirán en un futuro próximo establecer mejoras significativas en la gestión de proyectos en el sector de I+D tanto en el ámbito público y privado.

## GLOSARIO

### **Desarrollo tecnológico (Norma UNE 16600)**

Aplicación de resultados de investigación u otro conocimiento para la fabricación de nuevos materiales, productos, diseño de procesos, sistemas o mejora técnica sustancial de los preexistentes.

### **Investigación (Norma UNE 16600)**

Indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico.

### **Innovación (Norma UNE 16600)**

Actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes.

### **Innovación (Manual de Oslo, OECD)**

Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

### **Innovación de Proceso (Manual de Oslo, OECD)**

Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución.

Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.

Las innovaciones de proceso pueden tener por objeto disminuir los costes unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorado

### **Innovación de Producto (Manual de Oslo, OECD)**

Corresponde a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al

que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.

Las *mejoras significativas* de productos existentes se producen cuando se introducen cambios en los materiales, componentes u otras características que hacen que estos productos tengan un mejor rendimiento.

### **Investigación aplicada (UNESCO)**

Investigación original realizada para la adquisición de nuevos conocimientos. Sin embargo, está encaminada principalmente hacia una finalidad u objetivo práctico específico.

### **Investigación básica (Manual de Frascati, OECD)**

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

## BIBLIOGRAFÍA

### A

- Alabau, F.J., 2011. Gestión de riesgos en programas de I+D. Presented at XV International Congress on Project Engineering, Huesca, Spain. 6-8 July 2011.
- Albornoz, M., 2014. Memoria y balance de la RICYT: lecciones aprendidas y desafíos futuros. Revista CTS 25(9): 229-239.
- Anbari F. T, and Kwak, Y.H, 2004. Success factors in managing Six Sigma Projects. Proceedings of PMI Research Conference, London, UK. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Arnold, E., Clark, J. and Javorcka, Z., 2010. Impacts of European RTOs. A Study of Social and Economic Impacts of Research and Technology Organizations. A report to EARTO. Technopolis group
- Ander-Egg, E., 1987. Técnicas de investigación social. Buenos Aires: Hvmánitas, 21° edición.
- Aginako, L. and Otegi, J.R., 2011. Unidades de gestión de I+D externas (spinouts) - El caso de Euskadi. Presented at XV International Congress on Project Engineering, Huesca, Spain. 6-8 July 2011.
- Alabau, F.J., 2011. Gestión de riesgos en programas de I+D. Presented at XV International Congress on Project Engineering, Huesca, Spain. 6-8 July 2011.
- Albornoz, Mario (2002): "Política Científica y Tecnológica en Argentina", en [www.oei.es](http://www.oei.es), Sala de Lectura de CTS+I (fecha de acceso 26/07/12). Temas de Iberoamerica. Globalización, Ciencia y Tecnología.

### B

- Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia>. Recuperado 20/01/2014.
- Benavides, C.A., 1998: Tecnología, innovación y empresa, Ed. Ediciones Pirámide.
- Brenner, M.J., 2009. Dynamic or static capabilities? Process Management practices and response to technological change. Journal of Product Innovation Management 26: 473-486.
- Boyer, R. y Freyssenet, M. (1996): "Emergencia de Nuevos Modelos Industriales", en Sociología del Trabajo- Nueva Epoca, nº 27, primavera, pp. 23-54.
- Bueno, E. (2007). La tercera misión de la Universidad: El reto de la Transferencia del conocimiento. Revista madrid+d, No. 41

- Barbolla, A. and Corredera, J., 2009. Critical factors for success in University-industry research projects. *Technology Analysis and Strategic Management* 21(5): 599-616.
- Barrenha, M. and Takahashi, V.P., 2010. Study of maturity of university cooperation projects - Pharmaceutical companies. *Gestao e Projectos* 1(2): 109-127.
- Blumer, H., 1969. *Symbolic interactionism: Perspective and Method*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall.
- Broström, A. and Löf, H., 2008. How does University Collaboration Contribute to Successful R&D Management? Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation N. 131, Royal Institute of Technology, CESIS - Centre of Excellence for Science and Innovation Studies, <http://EconPapers.repec.org/RePEc:hhs:cesisp:0131>.
- Bjerregaard, T., 2010. Industry and academia in convergence: micro-institutional dimensions of R&D collaboration. *Technovation* 30: 100-108.
- Bruneel, J., D'Este, P. and Salter, A., 2010. Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research Policy* 39: 858-868.
- Buijs, J., Smulders, F. and Meer, H., 2009. Towards a more realistic creative problem solving approach. *Creativity and Innovation Management* 18(4): 286-298.
- Bush, V., 1945. *As We May Think*. Atlantic Monthly.
- Bode P. (2000). Quality and project management for scientific research in INAA. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 245(1): 133-135.

## C

- Cassanelli, A.N. y colaboradores, "Gestión de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica, medición de la madurez". XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. AEIPRO. Badajoz, España. Julio, 2009.
- Cassanelli, A.N. "Proyectos de I+D, Aplicación de Metodologías de Gestión de Proyectos". *Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)*. ISSN 2027-7040. Vol.3, No2. 2012.
- Cassanelli A.N., Benavidez K., *Gestión de Proyectos, Madurez en Equipos de I+D en la Universidad Nacional de Mar del Plata*. *Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)*. ISSN 2346-7040. Vol.4, No.2. 2013.
- Cassanelli, A., 2012. *Proyectos de I+D, aplicación de metodologías de gestión de proyectos*. Presented at II Iberoamerican Congress on Project Engineering, Mar del Plata, Argentina. 29-30 November 2012.

- Cassanelli, A.N. and Benavidez, K., 2013. Project management, R&D equipment maturity of the National University of Mar del Plata. *Iberoamerican Journal of Project Management* 4(2): 53-67.
- Cassiman and Veugelers, 2006. In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition. *Management Science*, Vol. 52(1), 68-82.
- Castro Martínez, E., 2012. EL DEBATE: ¿Investigadores multidimensionales y polifacéticos? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Caughron, J. and Mumford, M., 2008. Project planning: the effects of using formal planning techniques on creative problem solving. *Journal of Creativity and Innovation Management* 17(3): 204-215.
- CEN, 2013. Norma CEN/TS 16555-1 Innovation Management – Part 1: Innovation Management System.
- Clarysse, B., Moray, N., 2004. A process study of entrepreneurial team formation: the case of a research-based spin-off. *Journal of Business Venturing* 19, 55–79.
- CMR International, 2006. *Pharmaceutical R&D Factbook*. CMR International Co.
- Cohen, W.M. and S. Klepper, 1996. Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D, *The Review of Economics & Statistics* 78, pp. 232-43.
- Colombo, M.G., Delmastro, M., 2002. How effective are technology incubators? Evidence from Italy. *Research Policy* 31, 1103–1122.
- Condom, P. (2003). *Transferència de tecnologia universitària. Modalitats i estratègies*. Tesis doctoral, Universidad de Girona.
- Cooper, R. G., Edgett, S.J., and Kleinschmidt, E.J (2004). Benchmarking best NPD practices-1. *Research Technology Management*, 47 (1), 31.
- Crawford, L., Costello, K., Pollack, J. and Bentley, L., 2003. Managing soft change projects in the public sector. *International Journal of Project Management* 21: 443-448.
- Cynertia Consulting, 2010. *Gestión de la I+D con las normas de la serie UNE 16600*. Barcelona, 2010.

## D

- De Reyck, B. and Leus, R., 2008. R&D-Project Scheduling when Activities May Fail. *IEEE TRANS* 40(4): 367-384.
- Diaz, Percivale, 2013. *Competencias Personales para un director de Proyecto Exitoso*. Sinergia e Innovación, Escuela de Posgrado UPC. Año 1, Vol. 2.

- Divjak, B. and Kuček, S.K., 2008. Teaching methods for international R&D project management. *International Journal of Project Management* 26: 251-257.
- Droge, C., Calantone, R., and Harmancioglu, N., 2008. New product success: is it really controllable by managers in highly turbulent environments? *Journal of Product Innovation Management*, 25: 272–286.
- Divjak, B. and Kuček, S.K., 2008. Teaching methods for international R&D project management. *International Journal of Project Management* 26: 251-257.
- Droge, C., Calantone, R., and Harmancioglu, N., 2008. New product success: is it really controllable by managers in highly turbulent environments? *Journal of Product Innovation Management*, 25: 272–286.
- Dodgson, M., Gann, D. and Salter, A., 2006. The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. *R&D Management* 36, 3, 333 - 346.

## E

- Eliat, H., Golany, B. and Shtub, A., 2009. R&D project evaluation: an integrated DEA and balanced scorecard approach. *The International Journal of Management Science*. Omega 36: 895-912.
- Ernø-Kjølhede, E. (2000). *Project Management Theory and the Management of Research Projects*. MPP Working Paper No 3/2000. Copenhagen, Denmark.
- Etzkowitz, H and D. Göktepe, 2005. The Co-evolution of Technology Transfer Offices and the Linear Model of Innovation, Conference Paper for DRUID's Tenth Anniversary Summer Conference 2005.

## F

- Filippov, S. and Mooi, H., 2010. Innovation Project Management: A Research Agenda. *Journal on Innovation and Sustainability* 1(1): 86-107.

## G

- Gasmann, O., Enkel, E. and Chesbrough, H., 2010. The future of open innovation. *R&D Management* 40: 213-220.
- Gasmann, O., Enkel, E. and Chesbrough, H., 2010. The future of open innovation. *R&D Management* 40: 213-220.
- Girard, F.F. and Schiraldi, M.M., 2008. A model for R&D project management: how does the number of team members influence the project performance?.

22nd IPMA World Congress "Project Management to Run". 9-11 November 2008, Rome, Italy.

- Gibbons, M. (1997), "La nueva producción de conocimiento", Pomares Corredor, Barcelona.

## H

- Hanke, M. and Leopoldseger, T., 1998. Comparating the efficiency of Austrian Universities: a Data Envelopment Analysis Application. *Tertiary Education and Management* 4(3): 191-197.
- Hammerstedt and Blach, 2007. Commercialization of basic research from within the university and return of value to the public. *Anim Reprod Sci.* 105(1-2): 158–178.
- Heinze, T., Shapira, P., Rogers, J.D. and Senker, J.M., 2009. Organizational and institutional influences on creativity in scientific research. *Research Policy* 38: 610-623.
- Herroelen, W. and Leus, R., 2005. Project Scheduling under uncertainty: survey and research potentials. *European Journal of Operational Research* 165: 289-306.
- Hülsbeck, M., Lehmann, E. y Starnecker, A. (2011) Performance of technology transfer offices in Germany. *The Journal of Technology Transfer.* Vol. 38, Issue 3, June 2013. pp. 199-215

## I

- Innovación Tecnológica: Ideas Básicas, 2001. Fundación COTEC. Capítulo 1: La innovación. Colección Innovación Práctica
- IPMA, 2006. ICB-IPMA Competence Baseline Version 3.0. International Project Management Association.
- Indicadores de Ciencia y Tecnología Argentina 2011. ISSN 2344-908X. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. República Argentina.
- <http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia>. Recuperado 20/09/2013

## J

- Jung, U. and Seo, D.W., 2010. An ANP approach for R&D project evaluation based on interdependencies between research objectives and evaluation criteria. *Decision Support Systems* 49: 335-342.

**K**

- K.C. Desouza, J.R. Evaristo (2006). Project management offices: A case of knowledge-based archetypes. *International Journal of Information Management* 26 (2006) 414–423.
- Keil, M.,Mixon, R., Saarinen, T., & Tuunainen, V. K. (1995). Understanding runaway IT projects: Results from an international research program based on escalation theory. *Journal of Management Information Systems*, 11(3), 67–97.
- Kerzner, H., “Strategic planning for project management using a project management maturity model”, John Wiley & Sons, Inc. 2001.
- Kline and Rosenberg (1986) "An Overview of Innovation", incluido en National Academy of Engineering (1986):The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, National Academy Press, Washington D.C., pp. 275-305.
- Kleinman, D. L, and Vallas, S. P, 2006. Contradiction in convergence: university and Industry in the biotechnology field.In: S. Frickel & K. Moore (Eds), *The new political sociology of science: Institutions, networkd, and power* (pp.35-62). Madison: The University of Wisconsin Press.
- Koch, G. and Knoepfel, H., 2008. Os diferenciais do referencial de competências IPMA versão 3.0. *Revista Mundo Project Management* 20: 50-57.
- Krücken, G., Kosmützky, A. y Torka, M. (2007). Towards a multiversity? Universities between global trends and national traditions (pp. 108-131) Bielefeld: Transcript.

**L**

- Lamblin, P. and Cédir, E., 2010. Les Besoins en Compétences dans les métiers de la Recherche à L’Horizon 2020. Recherche de l’Apec et Deloitte Conseil Secteur Public.
- Lambert, L.R., 2006. R&D Project Management: Adapting to technological risk and uncertainty. In: *The AMA Handbook of Project Management*. Dinsmore, P.C. and Cabanis-Brewin, J. (editors), 2nd ed. American Management Association, USA.
- Landeta, J.; Rodríguez, A. y Rangelov, S. (2004). Knowledge management analysis of the Research & Development & Transference process at HEROs: a public university case. *Journal of Universal Computer Science*, Vol. 5, Nº 6, 702-711.
- Lichtenthaler, U., 2009. Outbound open innovation and its effect on firm performance: examining environmental influences. *R&D Management* 39: 38–54.

- López Nuria, Montes José, Vázquez Camilo y Prieto Juan, (2005) Innovación y Competitividad: implicaciones para la gestión de la innovación, en Revista Tribuna de Debate, N. 24, Madrid. ([www.madrimasd.org](http://www.madrimasd.org))
- Lambert, L.R., 2006. R&D Project Management: Adapting to technological risk and uncertainty. In: The AMA Handbook of Project Management. Dinsmore, P.C. and Cabanis-Brewin, J. (editors), 2nd ed. American Management Association, USA.
- Laruccia, M., Ignez, P., Deghi, G. and Garcia, M., 2012. Project Management in research and development. Revista de Gestao e Projetos 3(3): 109-135.
- Lichtenthaler, U., 2009. Outbound open innovation and its effect on firm performance: examining environmental influences. R&D Management 39: 38–54.

## M

- Mansfield, E. (1998) Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings. Research Policy 26 7-8, 773-776.
- Manual de Frascati, 2002. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. OCDE.
- Markman, G.D., Gianiodis, P.T., Phan, P.H., Balkin, D.B., 2005. Innovation speed: transferring university technology to market. Research Policy 34, 1058–1075.
- Memon, N. and Daniels, T., 2007. Special issue on secure knowledge management. Information Systems Frontiers, 9(5), 449–450.
- Menéndez, L. y Castro, L. (2010). Análisis de Ciencia e Innovación en España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP-CCHS).
- Monjon, S and P. Waelbroeck, 2003. Assessing Spillovers from Universities to Firms: Evidence from French firm-level data. International Journal of Industrial organization, 21(9), 1255-1270.
- Morales, J. y Velandia, N., 1999. Salarios, Estrategia y Sistema salarial o de compensacion. Santa Fé de Bogotá, Mc Graw Hill, 420p.

## N

- National Science Board, 2012. Science and Engineering Indicators Digest 2012. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 12-02).
- National Science Board, 2014. Science and Engineering Indicators Digest 2014. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 14-02).
- Ndonzuau, F.N, Pirnay, F., Surlemont, S. (2002): “A stage model of academic spin-off creation”. Technovation 22, p. 281-289.

## SECTOR DE I+D

- Niedergassel, B. and Leker, J., 2011. Different dimensions of knowledge in cooperative R&D projects of university scientists. *Technovation* 31: 142-150.
- Nobelius, D., (2004). Towards the sixth generation of R&D management. *International Journal of Project Management*.
- Norma UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i. Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i. España.
- Norma UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i. Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i.
- Norma UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i. Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.
- Norma Técnica Colombiana C 5802:2008. Gestión de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Requisitos de un proyecto de I+D+i.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H., (1999), "The knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation", Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi. México, Oxford University Press, 1999.

### O

- Oslo Manual (2005). Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Third edition. A joint publication of OECD and Eurostat. p.44
- OECD (2002), Proposed Standard Practice for Surveys for Research and Experimental Development, Frascati Manual 2002, OECD, Paris.

### P

- Paladino, A., 2008. Analyzing the effects of market and resource orientations on innovative outcomes in times of turbulence. *Journal of Product Innovation Management* 25: 577–592.
- Parra Moreno, Liz, (2009). La estructura organizacional y el diseño organizacional, una revisión bibliográfica. *Gestión & Sociedad*, Volumen 2, Número 1.
- Pedraza Amador, E.M; Velazquez Castro, J.A. (2013). Office of Technology Transfer at the University as a strategy to promote innovation and competitiveness. Case: Hidalgo State, México. *J. Technol. Manag. Innov.* 2013, Volume 8, Issue 2.
- Petroni, G., Venturini, K. and Verbano, C., 2012. Open innovation and new issues in R&D organization and personnel management. *The International Journal of Human Resource Management* 23(1): 147-173.
- Phan, P., Siegel, D.S., 2006. The effectiveness of university technology transfer: lessons learned, managerial and policy implications, and the road forward. *Foundations and Trends in Entrepreneurship* 2 (2), 77–144.

- Pirela de Faría, L. and Prieto de Alizo, L., 2006. Perfil de competencias del docente en la función de investigador y su relación con la producción intelectual. *Opción* 22(50): 159-177.
- Porter, Michael (1990), *La ventaja competitiva de las naciones*. Argentina, Editorial Vergara.
- Powers, L.C. and Kerr, G., 2009. Project management and success in academic research. *Real World Systems Research Series* 2009:2. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1408032>
- Powers, J.B., McDougall, P., 2005. University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing* 20 (3), 291–311.
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (5th ed.)*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

## R

- Rammer, C., Czarnitzki, D. and Spielkamp, A., 2009. Innovation success of non-R&D-performers: substituting technology by management in SMEs. *Small Business Economics* 33(1): 35-58.
- Romo, S.; Conesa, F. y Martínez, C. (2006). La encuesta de RedOTRI Universidades 2005 sobre actividad en transferencia de conocimiento: contexto internacional. *Revista Electrónica de Madrid*, N° 38.
- Rosenberg, Nathan (1979): *Tecnología y Economía*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- Rothaermel, F.T., Agung, S., Jiang, L., 2007. University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change* 16, 691–791.
- Rothwell, R., 1994. "Towards the Fifth-generation Innovation Process", *International Marketing Review*, Vol. 11 Iss: 1, pp.7 - 31

## S

- Sánchez, A. M. and Pérez, M. P., 2002. R&D project efficiency management in the Spanish industry. *International Journal of Project Management*, 20(7): 545-560.
- Skelton, L., 2011. An investigation of academic research project management frameworks and methodology. Presented at PMI New Zealand Conference, 2011.
- Stevens, G. A. and Burley, J., 1997. 3,000 raw ideas = 1 commercial success. *Research Technology Management* 40(3): 16-27.
- Sábado, Jorge y Botana, Natalio (1968): "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", en *Revista de la Integración*, Nro. 3.

- Segal, Aaron (1987): "De la Transferencia de Tecnología a la Institucionalización de la Ciencia y la Tecnología", en Revista Comercio Exterior, diciembre, México.
- Siegel, D., Waldman, D., Link, A., 2003. Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy* 32, 27–48.
- Skelton, L., 2011. An investigation of academic research project management frameworks and methodology. Presented at PMI New Zealand Conference, 2011.
- Sánchez, A. M. and Pérez, M. P., 2002. R&D project efficiency management in the Spanish industry. *International Journal of Project Management*, 20(7): 545-560.
- Steffens, W., Martinsuo, M. and Artto, K., 2007. Change decisions in product development projects. *International Journal of Project Management* 25: 702-713.

## T

- Tavares, E., 2004. Uma contribuição para processos da gerência de projetos através da gerência do conhecimento. PhD Thesis. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Taylor, S.J, Bogdan R., 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Argentina, Paidós.
- Teirlinck, P. and Spithoven, A., 2013. Formal R&D management and strategic decision making in small firms in knowledge-intensive business services. *R&D Management* 43(1): 37-51.

## U

- Universidad de Castilla La Mancha. El Gestor de Proyectos. Archivo recuperado 2014. [//www.uclm.es/organos/Vic\\_Investigacion](http://www.uclm.es/organos/Vic_Investigacion)
- United Nations, 1999. Valores y competencias del sistema de las Naciones Unidas. Fuente: "United Nations. Competencies for the Future". Booklet code 99-93325-XI.

## V

- Varas, M., Sanchez, L. and Alvarado, L., 2010. Aportaciones para mejorar la gestión de proyectos de I+D+i. *Iberoamerican Journal of Project Management* 1(2): 1-14.
- Van Ark, B., Dougherty, S.M., Inklaar, R. and McGuckin, R.H., 2008. *International Journal Foresight and Innovation Policy* 4(1/2): 8-29.
- Vaccarezza, L. S. (1997). "Las políticas de vinculación universidad-empresa en

el contexto latinoamericano”, *Espacios*, Vol. 18, No. 1, Caracas.

- Van Bakkum, S., Pennings, E. and Smit, H., 2009. A real options perspective on R&D portfolio diversification. *Research Policy* 38: 1150-1158.
- Vandaele, N.J. and Decouttere, C.J., 2013. Sustainable R&D portfolio assessment. *Decision Support Systems* 54: 1521-1532.
- Verma, D., Mishra, A. and Sinha, K.K., 2011. The development and application of a process model for R&D project management in a high tech firm: A field study. *Journal of Operations Management* 29: 462-476.
- Vessuri, H. M. C. (1997). “La academia va al mercado”, *Pensamiento Universitario*, Año 5, No. 6, Buenos Aires.
- Von Zedtwitz, M., Gassmann, O. and Boutellier, R., 2004. Organizing global R&D: challenges and dilemmas. *Journal of International Management* 10: 21-49.

## **W**

- Waissbluth, M. (1994). “Vinculación de la investigación científica y tecnológica con las unidades productivas”, E. Martínez (Editor) (1994). *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Nueva Sociedad-UNESCO, Caracas.
- Wang, J. and Hwang, W.-L., 2007. A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model. *The International Journal of Management Science Omega* 35: 247-257.
- Wang, J., Lin, W. and Huang, Y., 2010. A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects. *Technovation* 30: 601-611.
- Widforssa, G., Rosqvist, M., 2015. The Project Office as Project Management Support in Complex Environments. *Procedia Computer Science* 64.

## **Z**

- Zhao, X. and Yu, K., 2013. Research on ERP and PLM Integration Based on R&D Project Management. Presented at: The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Bangkok, 10-13 Dec. 2013.