

# PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D) EN COOPERACIÓN

**Ruperto León Romero**

*MSc. Ingeniería Asistida por Computadora*

*Especialidad en Educación Superior*

*Docente FCyT – UMSS*

*Director de Posgrado FCyT – UMSS*

*Docente Universidad Católica Boliviana*

*rupertol@hotmail.com*

## RESUMEN

Tanto las actividades de investigación como las de transferencia de conocimientos que se realizan en las universidades y organismos de investigación se desarrollan en el marco de proyectos, con unos objetivos y recursos generalmente especificados previamente. Cuando los proyectos de I+D se realizan en cooperación con otros grupos, sean de la misma institución o de otra, o con empresas, aparecen aspectos nuevos que es preciso gestionar adecuadamente. En este tema se abordan los principales aspectos asociados a la dirección y gestión de proyectos de I+D en cooperación y se explora de forma genérica las principales etapas de un proyecto de I+D.

**Palabras Clave:** investigación, transferencia de conocimientos, universidades y organismos de investigación, empresas, dirección y gestión de proyectos de I+D en cooperación.

## 1. INTRODUCCIÓN

La planificación y gestión de los proyectos de **I**nvestigación y **D**esarrollo (I+D) en los centros de investigación se ha venido complicando a lo largo de los últimos años debido a que los recursos para I+D se ofrecen, de forma creciente, mediante convocatorias públicas y competitivas con diferentes orientaciones y requisitos, derivados de las prioridades y del marco administrativo de las entidades convocantes. Estas convocatorias se enmarcan en las políticas públicas de I+D que se establecen en el ámbito nacional, regional e internacional, con un objetivo genérico común a casi todas ellas: el fomento de la innovación tecnológica en las empresas y la transferencia de los resultados de la investigación pública al entorno socioeconómico. El cumplimiento de estos objetivos se pretende alcanzar mediante el impulso de proyectos de I+D cada día más complejos, en los cuales se prima la cooperación entre socios de diversas disciplinas, entidades [públicas y privadas] y, en su caso, países, y se requieren previsiones sobre la difusión y explotación de los resultados que se puedan obtener. Todo ello está obligando a tener en cuenta, en la planificación y gestión de los

proyectos de I+D, aspectos que, hasta fechas recientes, apenas se contemplaban, tales como las fuentes más adecuadas de financiación para una línea o iniciativa determinada, la búsqueda de socios tecnológicos, la búsqueda de información en fuentes tecnológicas, la protección de resultados, la negociación de las condiciones de cooperación, la elaboración de planes de difusión y explotación de resultados, etc.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general del presente trabajo es proporcionar a los lectores unos conocimientos y herramientas básicos sobre planificación y gestión de proyectos, aplicados de forma específica a los proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D) en cooperación, y una descripción de las actividades y aspectos más relevantes a tener en cuenta en sus diferentes fases (concepción, planificación, ejecución y cierre).

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Adquirir unos conocimientos básicos sobre la dirección de proyectos aplicada a los proyectos de I+D.
- Identificar las fases de los proyectos de I+D, las actividades más frecuentes a realizar en cada una de ellas y los aspectos a gestionar

## **3. MARCO CONCEPTUAL**

### **3.1. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de las actividades de investigación en las universidades y organismos de investigación se suele desarrollar en torno a líneas de investigación, que son las áreas científicas en las que grupo o centro enmarca sus objetivos de investigación y las actividades a lo largo del tiempo; el avance en el conocimiento científico va dando lugar a nuevas preguntas a las que se dedican nuevos esfuerzos y así sucesivamente; pero el avance en esas líneas se va logrando mediante el desarrollo de proyectos de investigación que abordan objetivos concretos durante un período de tiempo determinado.

Este tema desarrolla los conceptos básicos de planificación y gestión de proyectos, aplicados específicamente a los proyectos de investigación que se desarrollan en universidades y organismos públicos de investigación, aunque muchos de ellos son también útiles para investigadores de las empresas, el enfoque antes indicado hace que no se incluyan otros temas que serían de interés para empresas, como por ejemplo, la selección de la cartera de proyectos.

### **3.2. CONCEPTOS BÁSICOS RELATIVOS A LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS**

El diseño, desarrollo e implementación de nuevos sistemas muy complejos, como la

construcción de plantas petrolíferas, satélites espaciales o aceleradores de partículas, ha planteado a la ingeniería enormes retos a los que se ha intentado dar respuesta con el desarrollo de nuevos métodos de planificación, organización y control de eventos, que es, en esencia, la base de la denominada “dirección de proyectos”.

Las operaciones y los proyectos presentan una serie de características comunes, como el hecho de ser desarrollados por personas, estar condicionados por recursos limitados y ser planificados, ejecutados y controlados. Las operaciones son actividades que se ejecutan de manera cotidiana y recurrente para producir algún bien o servicio, es decir, no están diseñadas para terminar y cuando lo hacen es por razones externas a la propia operación o cuando se vuelven obsoletas e ineficientes. Por el contrario, los proyectos no son rutinarios, pues su objetivo es singular, por lo que implican riesgo y cambio respecto a experiencias anteriores y se pueden llevar a cabo a todos los niveles de la organización, por lo que son, con frecuencia, elementos críticos de la estrategia de la organización. En todo caso, las características del o de los productos o servicios resultantes de cada proyecto se deben elaborar progresivamente, es decir, paso a paso, aplicando metodologías predefinidas, y con progresos continuos y, evidentemente, en el desarrollo de los proyectos se utilizan muchas operaciones rutinarias de las organizaciones, como, por ejemplo, la contabilidad o la gestión de recursos humanos.

Hay dos aspectos que son propios de los proyectos y los diferencian de las operaciones:

- **Su unicidad:** los proyectos se encaminan a hacer algo que no se ha hecho con anterioridad (a crear un conocimiento, producto o servicio diferente de otros conocimientos, productos o servicios ya existentes), aunque haya elementos repetitivos (metodologías, materiales, equipos,...). Por ejemplo, aunque se hayan construido muchas carreteras, cada desarrollo individual es globalmente único, pues el espacio físico (orografía del terreno, características del suelo y del entorno,...), el propietario, el diseño, los contratistas, los materiales, etc., son diferentes. Lo mismo sucede cuando se implanta un nuevo sistema informático en una empresa: por más que el “software” y “hardware” utilizados sean productos comerciales que pueden adquirirse en el mercado, la empresa que ejecuta el proyecto de implantación ha de adaptarlos a las especificidades del usuario hasta que el sistema esté en condiciones de operar rutinariamente.

- **Su temporalidad,** pues todo proyecto, por definición, tiene un inicio y una finalización definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos propuestos, o cuando se entrega el producto o servicio contratado. También es posible que un proyecto se suspenda en pleno desarrollo; eso sucede, por ejemplo, cuando por las razones que sean la empresa o entidad que lo encargó no está dispuesta a continuar con la financiación del proyecto.

La **dirección de proyectos** (*Project Management*) es la aplicación de conocimientos, aptitudes, herramientas y técnicas al desarrollo de las actividades del proyecto, encaminados a satisfacer o colmar las necesidades y expectativas de una

organización mediante un proyecto, lo cual incluye equilibrar sus demandas entre el alcance, los plazos, los costes, la calidad, las personas, las comunicaciones, el riesgo del proyecto y los suministros, pero, sobre todo, en los proyectos es fundamental la **integración**, que asegura la correcta coordinación de los distintos elementos que lo constituyen.

Otro aspecto muy importante en la dirección de proyectos es tener en cuenta a los **interesados** (en inglés, *stakeholders*) en el proyecto, donde se incluye tanto a las personas y entidades **involucradas** en él (que participan de una u otra forma) como a los **afectados** por sus resultados, esto es, las personas u organizaciones cuyos intereses pueden verse positiva o negativamente afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de la conclusión satisfactoria del mismo.

Entre las **entidades interesadas clave** de todo proyecto de I+D pueden estar las siguientes:

**El director del proyecto**, que, en general, es aquel participante que asume la dirección o coordinación, de acuerdo con la terminología utilizada en el Programa marco de I+DT de la Unión Europea.

Los demás **participantes en el proyecto**, usualmente, otros científicos, técnicos y gestores, de la misma entidad y de las demás entidades participantes. En las políticas públicas cada día es más frecuente promover la cooperación entre diversas empresas y entidades y diversos grupos de investigación para el desarrollo de proyectos de interés empresarial, en muchas ocasiones grandes proyectos con objetivos muy ambiciosos. En el caso del Programa marco de la Unión Europea adicionalmente los participantes deben ser de diferentes países.

**Las entidades a las que pertenecen los anteriores:** en general, los empleados de una empresa asumen como propios los intereses de la empresa en sus actuaciones fuera de ella, como puede ser en el marco de proyectos con otros socios, pero en el caso de los científicos de entidades públicas, sus intereses o percepciones no siempre son coincidentes con los de su universidad o centro de investigación, ya que mientras que los científicos se preocupan especialmente de los aspectos de índole científica y técnica, sus entidades tienen o pueden tener en cuenta otro tipo de aspectos, unos de naturaleza administrativa (tales como las regulaciones y otras limitaciones normativas o legales que pueden afectar al desarrollo de los proyectos) y otros de índole institucional, como el impacto social o la repercusión en la región de un proyecto determinado, por ejemplo.

**La empresa o entidad cliente del proyecto:** en caso de que un grupo universitario desarrolle un proyecto por encargo de una empresa, ésta es, claramente, el cliente, pero en los proyectos de I+D realizados en el marco de programas públicos (de ámbito nacional o internacional) no siempre participa el potencial beneficiario de los resultados, por más que cada día es más frecuente que se demande a los investigadores que traten de reflejar el tipo de entidades o empresas a las que puede beneficiar sus resultados en el

correspondiente plan de difusión y explotación de resultados. En estos casos, la agencia que gestiona el programa actúa, de hecho, como “cliente” inmediato de sus resultados y expresan, en la convocatoria o concurso mediante el que se hacen públicas las ayudas, las condiciones específicas que debe cumplir el proyecto o los participantes para que sus propuestas puedan ser tenidas en consideración, lo cual afecta tanto a los objetivos científicos como a los costes elegibles o a las condiciones en que se deben desarrollar los proyectos.

**Los suministradores** de equipos o materiales, que van a proporcionar, a las entidades que ejecutan el proyecto, los equipamientos, materiales o servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.

**Los órganos normativos y reguladores.** Aquí hay que tener en cuenta tanto las normas de seguridad en el trabajo como las normas de calidad, sanitarias, medioambientales, etc., y también las que regulan las investigaciones, tal como se ha podido ver en la aclaración de conceptos anterior. Si en el proyecto está involucrada una empresa interesada en la explotación ulterior de los resultados, ella puede encargarse de introducir las especificaciones que se deriven de las normas y regulaciones existentes, en especial por lo que se refiere a las características del producto o servicio cuyo desarrollo está contratando, pues tienen obligación de conocerlas para su propia actividad. El problema se presenta cuando un grupo de investigación universitario desarrolla un proyecto de I+D sin conocimiento de esas normas; en este caso, las etapas posteriores de transferencia de conocimientos y tecnologías pueden complicarse.

**Los usuarios y beneficiarios de los resultados** pueden también en ciertas ocasiones participar en un proyecto. Podemos determinar dos grandes tipos de usuarios/beneficiarios, los que van a utilizar la tecnología o proceso resultante del proyecto en su puesto de trabajo y los usuarios o consumidores finales. En ocasiones, los resultados de un proyecto de I+D para una empresa pueden dar lugar a cambios sustanciales en su proceso productivo.

Otro es el caso de los **consumidores o usuarios finales**: también es más frecuente cada día que los proyectos de I+D deban contener actividades encaminadas a informar a los consumidores sobre los efectos de los nuevos resultados esperados del proyecto, especialmente los surgidos en áreas, como alimentación o salud, que les afectan muy directamente.

En este punto adquiere una gran importancia las cualidades y aptitudes del responsable principal del proyecto. El “**investigador principal**” debe reunir un conjunto de características inusual y para el cual la mayoría de sistemas de investigación no preparan adecuadamente sus recursos humanos. Por una parte debe tener la capacidad como científico para entender el proyecto en su detalle, y conocer los posibles problemas técnicos y científicos para poder planificar y gestionar el trabajo de colaboración.

### 3.3. TIPOS DE PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN (ID-CO)

Los proyectos de I+D se diferencian de otro tipo de proyectos esencialmente en que el resultado final es incierto por naturaleza, en la medida en que en ellos se pretende generar nuevos conocimientos, que pueden no ser los esperados. Esto no significa que los resultados no sean valiosos, ya que a veces conseguir algo nuevo, distinto del objetivo previsto, o no conseguir el objetivo es un resultado apropiado para la I+D.

Las posibilidades de cooperación en actividades de I+D entre empresas y grupos de investigación, o entre diversos grupos de investigación, son diversas, dependiendo del marco en que se desarrollan, pero se pueden clasificar en tres grandes grupos, atendiendo a que su finalidad sea producir nuevos conocimientos o aplicar conocimientos disponibles:

1. Proyecto de investigación y desarrollo
2. Apoyo tecnológico, asesoramiento y formación bajo contrato
3. Procesos de transferencia de tecnología, y en particular la licencia de títulos de propiedad industrial (patentes, por ejemplo) desde un centro de investigación u empresa a otra organización (normalmente otra empresa).

Cada uno de estos grupos incluye diferentes tipos de organización de la investigación y de relación contractual. Podemos distinguir:

**Proyectos de I+D bajo contrato:** son aquéllos en que uno o más grupos de investigación va a desarrollar un proyecto de I+D a petición de una o varias empresas o entidades. Como quiera que este tipo de proyectos tienen, como uno de sus objetivos, la generación de nuevos conocimientos, será preciso tener en cuenta las exigencias del cliente o clientes, tanto en la orientación de las actividades hacia el fin perseguido como en la gestión de aspectos tales como la confidencialidad, la propiedad industrial de los resultados, su explotación posterior, etc.

**Proyectos de I+D conjuntos:** cuando un proyecto de I+D se desarrolla de forma conjunta entre varios socios (ya sean exclusivamente grupos de investigación o grupos con empresas y otras entidades), cada participante se responsabiliza de realizar una parte del trabajo y ello obliga a llegar a un acuerdo donde queden bien especificados tanto las responsabilidades como los derechos y obligaciones de todos ellos.

**Proyectos de asesoramiento técnico:** son aquéllos en los que un grupo de investigación desarrolla la aplicación específica de *conocimientos científico-técnicos o metodologías* existentes a un caso o supuesto determinado (tanto si han sido desarrolladas por el propio grupo de investigación como si se encuentran disponibles en el acervo común de conocimientos). En estos proyectos lo relevante es la experiencia y conocimientos acumulados por los participantes y su disponibilidad de equipos y medios técnicos para

llevar a cabo los trabajos a solicitud de una empresa o entidad, que pretende incorporar los resultados a su proceso productivo. El trabajo técnico a desarrollar proporcionará información tecnológica o conocimientos adaptados a las necesidades de la empresa o entidad solicitante del trabajo, pero no se prevé generar nuevos conocimientos científicos, por lo que el alcance y la incertidumbre asociados al proyecto son de menor nivel que en los anteriores.

**Proyectos de formación específica:** son proyectos formativos que se realizan por encargo de una empresa o entidad para aumentar de forma significativa el conocimiento de sus empleados sobre la materia objeto del programa de formación, incluyendo tanto aspectos teóricos como experimentales; es una forma de transferir a las empresas los conocimientos y metodologías existentes y es de gran relevancia para empresas pequeñas y medianas con baja capacidad de absorción. En la medida en que comprometen recursos de la organización por un periodo de tiempo determinado, son susceptibles de ser manejados como proyectos.

**Licencia de Patentes (asesoría):** Mediante el contrato de licencia, el organismo de investigación cede a una empresa el derecho a explotar industrialmente un conocimiento que le pertenece (producto, proceso, programa de ordenador, base de datos, variedad vegetal, etc.). Generalmente, en los contratos de licencia se incluye una fase de transferencia de los conocimientos, de adaptación y de formación para los empleados que van a trabajar con el nuevo producto o proceso, que se suele organizar como un proyecto, en este caso, de transferencia de conocimientos.

#### 4. EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO ID-CO

Para el buen éxito de un proyecto se requiere una planificación temporal de las necesidades y un control de los objetivos que deben alcanzarse en cada momento. La dirección del proyecto tiene como misión establecer los objetivos del proyecto, definir la metodología a seguir en su realización, planificar y programar tareas y recursos, corregir y controlar desviaciones y comunicar progresos y resultados. Usualmente se dividen los proyectos en varias fases, que vienen determinadas por una o más entregas o resultados concretos y reales de los trabajos realizados en cada una de ellas, a fin de lograr un mejor control y de facilitar las adecuadas conexiones con las operaciones habituales de la organización que lo realiza. El conjunto de las fases de un proyecto es lo que se denomina “ciclo de vida del proyecto”. Los proyectos constan de las siguientes fases o etapas: Inicio o preparación, Planificación, Ejecución y Finalización.

Las fases están relacionadas por los resultados que producen, es decir, los resultados de una se convierten en insumos (*inputs*) de otra.

##### 4.1. FASE DE INICIO

En esta fase se reconoce si un proyecto debe comenzar, comprometiendo a la organización para que comience la siguiente fase. En el caso de un trabajo de

investigación, esta primera consta de las actividades que se describen a continuación (E. Primo, 1994):

1. **Elección del *objetivo*** de la investigación, que, en el caso de las investigaciones aplicadas, se corresponde con la identificación del problema al que se pretende hallar solución. En proyectos de I+D en cooperación los objetivos del trabajo de investigación deberán ser establecidos de común acuerdo entre los socios o como consecuencia de la interacción entre el equipo de trabajo y la entidad solicitante del trabajo, cuando este es el caso.
2. **Elaboración de un *plan de trabajo provisional***, en el cual los investigadores plantean el objetivo general del proyecto y los objetivos específicos, las metodologías que se van a utilizar y la sucesión de actividades que van a permitir obtener los datos o informaciones necesarios para alcanzar tales objetivos.
3. **Incorporación de otros participantes en el proyecto.** En ocasiones, el logro de los resultados del proyecto, especialmente cuando sus objetivos son de gran alcance, no pueden ser abordados por un grupo de investigación aislado, ni siquiera por el equipo que planteó inicialmente el proyecto, por más diverso y grande que este sea, sino que es preciso incorporar a otros grupos o entidades que aporten al proyecto conocimientos, técnicas, experiencias o enfoques que no están en el equipo del que emana la propuesta.

La cooperación incentiva la articulación del Sistema de Innovación y es un fenómeno cada vez más frecuente, proporcionando una serie de beneficios entre los que destacan:

- Permite abordar objetivos más ambiciosos, que serían imposibles para uno grupo aislado.
- Aprovecha los “derramamientos” derivados de las nuevas tecnologías, en la medida en que en el proyecto se prevea desarrollar diversas aplicaciones de los conocimientos.
- Permite superar los elevados costes iniciales asociados con frecuencia a las actividades de I+D, en la medida en que los diversos socios asumen parte de los citados costes.
- Permite compartir riesgos, especialmente cuando la incertidumbre tecnológica es elevada.
- Evita duplicidades en los gastos en I+D.
- Favorece la difusión de los resultados de I+D, en la medida en que se involucren

en el proyecto potenciales utilizadores de los mismos.

La selección de estos nuevos socios ha de hacerse con cuidado, pues no solo importa su capacidad técnica, sino también su actitud, valores, etc., que han de estar bien alineados con los del equipo para que no se produzcan dificultades durante la ejecución del proyecto.

Entre los socios posibles para acometer un proyecto de I+D se pueden enumerar los grupos de investigación de Universidades u Organismos Públicos de Investigación, centros tecnológicos, laboratorios comerciales, empresas del entorno tecnológico y de servicios, empresas usuarias de los posibles resultados, entidades públicas que pueden utilizar los resultados para el mejor desempeño de sus responsabilidades, etc. Los criterios de elección de un socio son fundamentales para el éxito del futuro proyecto. El socio debería tener:

- experiencia en actividades de I+D, pues ha de hacerse cargo de parte de las actividades
- prestigio, especialmente si se pretenden pedir ayudas públicas para realizar el proyecto, porque las entidades que conceden este tipo de ayudas evalúan, entre otros, las hojas de vida de los miembros del equipo para determinar la viabilidad científica del proyecto.
- cualidades apropiadas para la colaboración proyectada, tanto de tipo científico como humanas, pues en la realización de un proyecto de I+D, que es una aventura a varios años, se requieren valores humanos como honradez, capacidad para trabajar en equipo, generosidad, entrega, etc., que son las que generan la necesaria confianza.
- capacidades y enfoques complementarios de las de los demás participantes.

- 4. Búsqueda de financiación para el desarrollo del proyecto.** La elaboración de una propuesta para la realización de un proyecto de I+D se considera como una fase más dentro del proceso de planificación del proyecto, ya que la mayor parte de los grupos de investigación necesitan recabar fondos económicos para poder llevarlos a cabo. La identificación temprana de la fuente de financiación más adecuada para el proyecto es muy importante, ya que el planteamiento a desarrollar suele ser distinto según la entidad ante la que se presente la solicitud, sus programas, objetivos, condiciones, etc.

En general, la mayoría de las posibles modalidades de proyectos de I+D en los que participan los Centros Públicos de Investigación y/o las empresas pueden recibir una subvención o ayuda reembolsable por parte de la administración. Dichas convocatorias son altamente competitivas, por lo que la elaboración de una propuesta más atractiva, clara, concisa, ajustada a los objetivos de la

convocatoria e interesante, es esencial.

Así pues, la elección de la convocatoria más conveniente a la hora de solicitar ayuda para poder llevar a cabo una iniciativa concreta constituye una de las etapas más decisivas de las etapas iniciales de la gestión de proyectos de investigación, sobre todo, si se pretende ser eficaz, es decir, “acertar” a la primera.

El tipo de ayuda más adecuado para cada caso depende de diversos factores como por ejemplo el tipo de entidad que propone el proyecto o actividad, los objetivos y requisitos de la convocatoria, nivel de riesgo tecnológico de la acción, nivel de financiación necesario, plazos de presentación y resolución, etc.

**5. Elaboración del plan de trabajo y de la correspondiente memoria científico-técnica**, que, además de los objetivos científico-técnicos del trabajo, ya comentados, contiene los siguientes apartados:

- **Descripción de los objetivos científico-técnicos**, que incluye una justificación, esto es, una descripción o enumeración de las razones por las cuales se considera pertinente plantear la investigación (el por qué o el para qué) y las preguntas a las cuales se pretende dar respuesta con el proyecto.
- **Revisión bibliográfica**, cuyo objetivo es múltiple. En primer lugar, permite confirmar que el problema que se plantea no está resuelto ni el objetivo que se persigue está conseguido, es decir, permite mostrar el estado de la cuestión. Además, el análisis de lo que otros hicieron antes en esta línea de investigación proporciona nuevas ideas para planificar el trabajo y permite conocer técnicas experimentales o para el tratamiento de los resultados, que pueden ser muy útiles en el trabajo que se está diseñando.
- **Metodología y plan de trabajo**: este apartado de la memoria debe establecer claramente las actividades a desarrollar a lo largo del proyecto, que se corresponderán con los objetivos parciales definidos previamente, y, para cada una de ellas, los medios materiales que se van a necesitar, las metodologías o técnicas instrumentales a utilizar para obtener los datos, el responsable y los demás participantes. Además, el apartado metodológico debe contener un cronograma de actividades, que, en ocasiones, debe especificar los resultados parciales esperados; estas precisiones son muy importantes cuando el proyecto se desarrolla entre varios socios y unos dependen de los resultados de otros para poder realizar sus actividades.
- **Presupuesto**: el coste es una de las restricciones de los proyectos, más aún cuando éstos se realizan bajo contrato o en el marco de un programa de ayudas públicas. Es muy importante, por tanto, analizar cuidadosamente la convocatoria de ayudas, para establecer cuáles van a ser las partidas de costes elegibles y costes permitidos; en el caso de contratos con empresas, conviene

hacer un presupuesto de gastos detallado para que la empresa compruebe que los recursos que se solicitan están plenamente justificados. En todo caso, los conceptos básicos a incluir en un presupuesto se desprenden de **los gastos previstos** en la ejecución del proyecto. Para dicha elaboración, se deberían tener en cuenta los siguientes conceptos o partidas:

1. Personal
  - a. A contratar (categoría/formación)
  - b. De plantilla (en el caso de propuestas a entidades públicas este coste no se suele incluir, pero sí cuando se elaboran presupuestos de contratos).
2. Material fungible
3. Equipamiento científico-técnico (incluye tanto la adquisición de nuevos equipos como la amortización de los disponibles)
4. Viajes y dietas
5. Otros gastos (subcontrataciones, arrendamientos, imprevistos, etc.)
6. Costes indirectos (que depende de las universidades, pero suele ser un porcentaje, entre el 5 y el 15%, de los anteriores)
7. El importe total del proyecto será la suma de los 6 apartados anteriores.

La descripción de todos los aspectos anteriores constituye la denominada “Propuesta” o “Memoria científico-técnica” que acompaña a cualquier solicitud de financiación o, en su caso, a un contrato de I+D. Usualmente, las propuestas de proyectos presentados a convocatorias públicas se deben rellenar en los formularios establecidos al efecto por las entidades que convocan las ayudas, que pueden solicitar datos o informaciones adicionales a las descritas, en función de sus objetivos y de los criterios utilizados para la selección de propuestas.

## **4.2. FASE DE PLANIFICACIÓN**

Cuando el proyecto de I+D se presenta a una entidad pública para obtener su financiación o a una empresa en el marco de un contrato, la etapa de inicio ya incluye una planificación básica, que se recoge en la memoria científico-técnica del proyecto, pues la entidad financiadora necesita saber cómo se pretende desarrollar el proyecto para evaluarlo y así decidir si lo financia o no. En este momento, pues, es preciso realizar las siguientes actividades básicas:

- Planificación y definición del **alcance definitivo** del proyecto: desarrollando un informe escrito del alcance como base para futuras decisiones del proyecto.
- Definición, Ordenación y Estimación de la duración de las **actividades definitivas** de cada socio en el proyecto
- Planificación de Recursos.

- Presupuesto de Costes (totales o marginales, según el caso).
- Desarrollo del **Plan del proyecto**, que incluirá los mecanismos de **seguimiento (informes científicos y económicos)** y de **coordinación** de actividades entre los socios.

Y las siguientes actividades complementarias:

- Planificación de la Organización
- Incorporación del nuevo personal, en su caso
- Planificación de aprovisionamiento de materiales y equipos.
- Planificación de las comunicaciones.
- Planificación de la calidad
- Gestión de Riesgos: Identificación, Cuantificación y Desarrollo de Respuestas.

Desde el punto de vista científico, en esta etapa se pretende obtener datos que, convenientemente analizados e interpretados, permitan llegar a la solución del problema planteado o confirmar o rechazar la hipótesis de partida.

El **Plan del Proyecto** es el principal resultado de esta fase. Es un documento (o conjunto de documentos) formalmente aprobado, que se utiliza para dirigir y controlar la Ejecución del Proyecto. Los usos principales del Plan de Proyecto son documentar los supuestos y decisiones planificadas, facilitar la comunicación entre las entidades involucradas, y documentar las bases aprobadas de alcance, costes y programa.

Para el buen éxito de un proyecto se requiere una **planificación temporal de las necesidades y un control de los objetivos** que deben alcanzarse en cada momento. Los proyectos suelen descomponerse en fases, al final de cada una de las cuales debe alcanzarse un determinado *hito técnico*.

### 4.3. FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase del proyecto está dedicada fundamentalmente a la materialización del objeto del proyecto y al logro de los objetivos propuestos.

Desde el punto de vista de la dirección del proyecto, en esta fase se coordinan personas y otros recursos para sacar adelante el plan. Por lo que respecta a la dirección, predominan los procesos de ejecución y control, siendo críticas las áreas de:

- Verificación del alcance.

- Recursos Humanos (incorporación y desarrollo del equipo del proyecto).
- Ejecución del Plan del Proyecto.
- Control de cambios (general, alcance, costes, calidad, respuestas a riesgos, etc.).
- Aprovisionamientos de materiales y equipos.
- Comunicaciones (informes intermedios de realización).
- Aseguramiento de la calidad.

Uno de los aspectos más relevantes es la gestión del equipo y del capital social del equipo, que tiene un efecto directo sobre la necesaria creatividad del equipo que lo desarrolla; ello tiene evidentes implicaciones sobre la dirección del proyecto.

Se debe **controlar regularmente la realización del proyecto** para identificar las posibles variaciones en el plan previsto y para dar respuesta a las demandas de información de la entidad financiadora o para el cliente del proyecto.

El **Informe de Realización**, para cuya elaboración será preciso recabar información de los diversos involucrados en el proyecto, incluye los siguientes aspectos:

- Informe de situación (descripción de la situación actual del proyecto).
- Informe de progreso (descripción de los resultados alcanzados por el equipo).
- Previsiones (predicción de la situación a futuro del proyecto y de su progreso).

Los datos para el informe de realización se recogen del:

- Plan del Proyecto: contiene las distintas bases que serán utilizadas para evaluar la realización del proyecto.
- Resultados del trabajo: qué hitos han sido completados total o parcialmente, en qué costes se ha incurrido o se han comprometido, etc.
- Otros registros del proyecto.

Las Herramientas y Técnicas para el informe de realización son las siguientes:

- Reuniones de seguimiento del proyecto, mantenidas para intercambiar y discutir resultados parciales evaluar el estado o progreso del proyecto.
- Análisis de desviaciones: consiste en comparar los resultados reales del proyecto, con los planificados o que se esperaba obtener.

- Herramientas y técnicas de distribución de la información.

Este tipo de técnicas se utilizan sobre todo en proyectos complejos o muy grandes, como los que se realizan en el marco de programas de I+D en cooperación internacionales.

Resultados del informe de realización:

- Informes de realización.
- Solicitudes de cambio de algún aspecto del proyecto.

Desde el punto de vista científico, la experimentación que se lleva a cabo en esta etapa del proyecto y, que es fundamental en una investigación científica, depende sustancialmente del área de conocimiento, tanto por las metodologías utilizadas como por las demás condiciones del proceso y las precauciones que es preciso tomar para lograr que los datos obtenidos sean válidos, esto es, reproducibles, rigurosos, contrastables, etc.

De la etapa experimental surgen los *primeros resultados* que, una vez contrastados con la hipótesis, permiten alcanzar las conclusiones o bien replantearla y desarrollar nuevos experimentos que la validen.

Finalmente, cuando se alcanzan los *resultados finales*, comienza la etapa de interpretación de los citados resultados, su presentación, mediante tablas, gráficas, etc. y la *elaboración de conclusiones*, etapa que requiere la inteligencia deductiva y la imaginación creadora del equipo de investigadores.

Este es el proceso general que marca el método científico, pero cada día es más frecuente solicitar la protección industrial de los resultados en etapas más tempranas, no esperar a finalizar el proyecto, para evitar que otros científicos “pisen” la originalidad de los resultados.

#### **4.4. FASE DE FINALIZACIÓN**

Es la formalización de la entrega de los resultados del proyecto. La fase de cierre del proyecto incluye aspectos técnicos, relacionados con la gestión de los resultados obtenidos, su aprendizaje y su reconocimiento, y aspectos formales, relacionados con la documentación necesaria que justifique los gastos y resultados obtenidos a efectos administrativos.

Desde el punto de vista de la dirección de proyectos hay dos aspectos muy importantes a tener en cuenta: los aprendizajes y el reconocimiento.

Entre los aprendizajes hay que distinguir las lecciones aprendidas y los conocimientos adquiridos:

**Lecciones aprendidas:** Las organizaciones encargadas de llevar a cabo el proyecto deben considerar si es necesario o pertinente documentar las causas de las desviaciones en las fases y áreas de actividad, las razones que sustentan las acciones correctoras elegidas y los resultados obtenidos.

**Conocimientos generados o adquiridos:** la realización de las actividades del proyecto genera conocimientos nuevos para los individuos que forman parte del equipo del proyecto. Estos conocimientos pueden ser de diversos tipos:

- Conocimientos genéricos de tipo conceptual y teórico generados por el proyecto (conocimiento científico)
- Tecnologías de producto y/o proceso generadas por el proyecto (conocimiento tecnológico).
- Las técnicas y herramientas usadas en el proyecto (conocimiento estructural).

**Reconocimiento:** una buena dirección de proyectos debe realizar una evaluación de las aportaciones, esfuerzos y resultados individuales y de los grupos, y, en la medida de lo posible, tras esta evaluación debe haber un reconocimiento público y adecuado por parte de la dirección y de los patrocinadores del proyecto.

Desde el punto de vista formal, en esta etapa de los proyectos hay dos procesos importantes:

**Cierre del contrato:** finalización de las relaciones contractuales con el cliente del proyecto, que es pertinente en contratos de I+D con empresas u otras entidades pero no en propuestas a convocatorias públicas de ayudas.

**Cierre administrativo:** implica reunir, generar y remitir *oficialmente* a quien proceda (empresa o entidad financiadora) la información que formaliza la terminación del proyecto, que tiene pertinencia tanto en proyectos como en contratos.

De forma resumida, las **actividades usuales** del cierre de los proyectos de I+D son:

- Elaboración de informes finales, que incluyen tanto los aspectos científicos como los de índole económica. En proyectos de tipo científico, si los resultados confirman la hipótesis en el marco teórico que sirvió de sustento, las citadas hipótesis quedan demostradas, pero en caso de que no sea así, se deberán revisar tanto las hipótesis como el marco teórico y plantear nuevos trabajos para su comprobación.
- Protección de resultados, en caso de que se haya obtenido alguno o algunos que cumplan los requisitos de protección exigidos en alguno de los mecanismos

de protección legal existentes.

- Difusión de los resultados, tanto científica como social, que, al menos, se deberá llevar a cabo de acuerdo con lo previsto al respecto en la propuesta.
- Negociación de las condiciones de explotación de los resultados y reparto de los potenciales beneficios y cooperación en etapas ulteriores de desarrollo (si procede) o, si no, desarrollo del plan de explotación de los resultados contemplado en la propuesta.

Por la importancia de la **difusión de resultados** en el ámbito de los proyectos de I+D, a continuación se describe brevemente cómo se elabora un **plan de difusión**. Es decir, cualquier plan de difusión debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

- *¿Qué se va a difundir?*, es decir, qué **resultados de investigación** son objeto de difusión.
- *¿Cómo se van a difundir esos resultados?*, es decir, qué **mecanismos** se van a utilizar para la difusión de esos resultados.
- *¿A quién se va a difundir?*, es decir, quiénes son los **usuarios** de esa difusión.
- *¿Cuándo se va a difundir?*, es decir, qué momento es el idóneo para que se produzca el intercambio de conocimiento.

A continuación se incluye una lista no exhaustiva de las posibles respuestas:

**Resultados de investigación:**

- Datos (estadísticas, tendencias, análisis comparativos, etc.)
- Metodologías
- Know-how
- Normas o reglamentaciones
- Material educativo
- Base de conocimientos para I+D aplicada
- Informes
- Memorias

**Mecanismos:**

- Publicación en revistas científicas: la divulgación y difusión científica y tecnológica de los resultados de la investigación, tanto propia como en colaboración internacional, debe perseguir siempre, en primer lugar, la publicación de trabajos científicos originales en revistas internacionales con sistemas de la revisión por pares (**peer review** en inglés) y de alto factor de impacto. (Álvarez Sala, 1999; Arranz, 1998).
- Contribuciones a congresos científicos.
- Actividades de formación (reglada, no reglada) dirigidos a profesionales de los sectores implicados en la tecnología en cuestión.
- Publicación en revistas empresariales, profesionales o sectoriales.
- Participación en foros o congresos profesionales que permitan la discusión y difusión de los resultados de investigación a todos los niveles, desde el estrictamente científico al divulgativo.
- Participación en actividades paralelas de ferias nacionales o internacionales de tipo profesional o de nuevas tecnologías.
- Catálogos de presentación de ofertas o de producto/proceso/servicio.
- Acuerdos previos con empresas o entidades públicas y privadas (asociaciones empresariales, centros tecnológicos, Agencias de Desarrollo Regional, etc.) para la difusión y divulgación de resultados.
- Difusión en Internet: a través de Web, bases de datos especializadas, publicaciones, etc.
- Jornadas de demostración.
- Divulgación al público: notas de prensa y folletos explicativos del proyecto

**Usuarios:** otros científicos, empresas administraciones públicas, centros tecnológicos, la sociedad,...

### ***¿Cuándo se va a difundir?***

Respecto al momento más adecuado para difundir los resultados, es difícil dar una fórmula precisa, ya que en cada situación hay que tener presente una serie de factores externos que nos van a condicionar, por más que, en general, los científicos desean publicar cuanto antes sus resultados para dejar constancia de ello en la comunidad científica. Sin embargo cualquier proceso de difusión de resultados de I+D debe

partir de las siguientes premisas:

1. La difusión tiene que ser posterior a la protección
2. Los resultados de investigación cuanto antes se difundan mejor

Otra actividad de creciente importancia en los proyectos de I+D es la elaboración de un **plan de explotación y transferencia de los resultados**. Cuando el proyecto se realiza en el marco de un contrato con una empresa no es preciso, pues la propia empresa será la que se hará cargo de la explotación de los resultados, incorporando los conocimientos obtenidos en el proyecto a su proceso productivo. A continuación se enumeran los aspectos que se suelen recoger en este tipo de planes:

1. **Identificación de los conocimientos científicos y técnicos** explotables obtenidos y previamente protegidos.
2. **Interés de cada participante en el proyecto** respecto de la explotación de los resultados, que ha de ser congruente con la naturaleza y con la estrategia de cada participante.
3. **Identificación del mercado:** usuarios potenciales de los resultados, sector o sectores potencialmente interesados en la explotación, tamaño del mercado potencial, características de la demanda, barreras potenciales a la comercialización, etc.
4. **Identificación del mecanismo de transferencia a emplear:** cesión de derechos de propiedad industrial e intelectual (patentes, 'know-how', marcas, diseños industriales, etc.), asistencia o consultoría técnica, formación de *joint ventures* o alianzas, contrato para el desarrollo de tecnología conjunta con una empresa, movilidad de personal, creación de empresas de base tecnológica a partir de resultados de I+D, participación y apoyo en procesos de normalización, calidad y estandarización, formación especializada.
5. **Planificación de la industrialización y comercialización:** enumeración de las etapas que habría que llevar a cabo después de este proyecto para lograr la industrialización o utilización por el usuario potencial del conocimiento, proceso o producto objeto del proyecto.

## **5. PECULIARIDADES Y PROBLEMAS TÍPICOS DE LOS PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN**

La investigación es una actividad con una alta dosis de incertidumbre intrínseca, puesto que pretende generar nuevos conocimientos sobre una determinada materia, pero aceptando esta premisa, el equipo de investigación debe ser capaz de plantear un proyecto a su alcance, que, aunque no de los frutos esperados, porque ello no se

puede garantizar, ha de ser susceptible de ser desarrollado con los medios humanos y materiales previstos. Un equipo excesivamente ambicioso, o que se adentre en ámbitos que no domina suficientemente, puede asumir un nivel de riesgo demasiado alto. Esto no es un problema en el ámbito científico, antes bien, sería deseable que las entidades financiadoras de la investigación fueran menos conservadoras, en sus evaluaciones, de lo que son en general, y dejaran que los grupos se arriesgaran más, abordando temas muy nuevos en sí mismos o haciéndolo de forma novedosa. Por el contrario, cuando el trabajo de investigación involucra a una o varias empresas, es preciso analizar con cuidado los objetivos de la investigación para no infravalorar los riesgos, por desconocimiento del objeto o del contexto de la investigación, pues ello podría tener consecuencias muy negativas para la colaboración y para la empresa.

En proyectos con muchos socios y especialmente cuando el equipo está formado por empresas y grupos de investigación de entidades públicas, cada socio conoce bien sus restricciones y limitaciones (legales, normativas, culturales, administrativas, etc.), pero los demás pueden no conocerlos y, si no se resuelve en su momento, irán apareciendo a lo largo del desarrollo del proyecto, provocando malentendidos y conflictos que harán difícil el trabajo de equipo. Este tipo de problemas se evitan si durante la preparación se exponen y comparten con confianza estas diferencias y se tiene en cuenta, en la medida de lo posible, en el plan de trabajo.

Finalmente, la falta de control y de seguimiento por parte de los participantes, especialmente de los clientes, en el caso de contratos con empresas u otras entidades, puede ser muy negativa para los proyectos en cooperación, donde se requiere discutir resultados y tomar decisiones a lo largo del proyecto, y si no se hace, ello puede afectar al logro de los objetivos esperados.

## **6. BIBLIOGRAFÍA:**

1. Alvarez-Sala Walther, J.L. (1999): "Estructuración de un artículo de investigación". Arch Bronconeumo; 35 (Supl. 1): 38-42.
2. Arranz M. (1998): "Cómo escribir y publicar un artículo científico". Arch Prev Riesgos Labor; 1: 33-36.
3. Badawy, M.K. (1997): "Temas de gestión de la innovación para científicos e ingenieros". Clásicos COTEC. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid. ISBN: 84-920020-7-7.
4. Castro, E. (1997): "Instrumentos de fomento de la innovación: el caso de España" en el libro Cooperación Universidad-Empresa: experiencias comparadas editado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA), pp. 235-261. Santiago, Chile
5. Fernández de Lucio, I, Castro, E., Conesa, F., Gutiérrez, A. (2000); "Una visión

crítica de las relaciones universidad-empresa: el papel de las estructuras de interrelación" en el libro "La universidad y la empresa: claves para una relación innovadora". Fundación Empresa-Universidad de Granada.

6. Macdonald, S., Piekkari, R. (2005): "Out of control: personal networks in European collaboration". *R&D Management*, 35 (4), pp. 441-453.
7. Primo Yúfera, Eduardo. (1994): "Introducción a la investigación científica y tecnológica". Alianza Universidad. Madrid.
8. Project Management Institute (1996): *A guide to the project Management Body of Knowledge*. Upper Darby. EEUU. Traducción al español de la Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) en 1998 (Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos).

#### **7. ENLACES RECOMENDADOS:**

1. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos: <http://www.aepro.com/index.php>
2. Organización de Estados Iberoamericanos: <http://www.oei.es/>
3. Project Management Institute: <http://www.pmi.org/Pages/default.aspx>
4. Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento:  
<http://www.ingenio.upv.es/>