

# Medellín está

UNA CIUDAD QUE GENERA, APROPIA Y TRANSFIERE CONOCIMIENTO

## Guía metodológica

de proyectos de investigación aplicada  
y desarrollo experimental en el Distrito  
Especial de Ciencia, Tecnología e  
Innovación (CTI) de Medellín

Tecnova 

**SAPIENCIA**  
Agencia de Educación  
Postsecundaria de Medellín

  
**Alcaldía de Medellín**  
Distrito de  
Ciencia, Tecnología e Innovación

# Contenido

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introducción General .....</b>                                                                 | <b>3</b>  |
| <b>Pasos para la formulación de proyectos de I+D.....</b>                                         | <b>4</b>  |
| <b>Capítulo 1: Conceptos básicos de proyectos.....</b>                                            | <b>5</b>  |
| 1.1. ¿Qué es un proyecto? .....                                                                   | 5         |
| 1.2. Carácter Temporal .....                                                                      | 5         |
| 1.3. Sostenibilidad .....                                                                         | 6         |
| 1.4. Alineación estratégica .....                                                                 | 6         |
| <b>Capítulo 2: Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación .....</b>                            | <b>7</b>  |
| Proyectos de investigación básica .....                                                           | 8         |
| Proyectos de investigación aplicada.....                                                          | 8         |
| Proyectos de Desarrollo experimental.....                                                         | 9         |
| Proyectos de Innovación. ....                                                                     | 9         |
| <b>Capítulo 3: Principales elementos para la formulación de un proyecto I+D .....</b>             | <b>10</b> |
| Entorno .....                                                                                     | 10        |
| Problema .....                                                                                    | 11        |
| Estructuración investigación aplicada – Desarrollo experimental para el cierre de brecha.....     | 13        |
| Estado del Arte .....                                                                             | 14        |
| Objetivos .....                                                                                   | 14        |
| Productos, resultados y servicios .....                                                           | 15        |
| Productos, servicios o resultados - Proyectos de Investigación Aplicada y Desarrollo ....         | 16        |
| Transferencia de conocimiento para el Sistema Distrital de CTI de Medellín.....                   | 18        |
| Fines - Impactos.....                                                                             | 21        |
| Impactos en proyectos de investigación aplicada .....                                             | 21        |
| Impactos en proyectos de desarrollo experimental.....                                             | 22        |
| Metodología .....                                                                                 | 23        |
| Cronograma .....                                                                                  | 24        |
| Insumos .....                                                                                     | 24        |
| Presupuesto .....                                                                                 | 25        |
| Riesgos.....                                                                                      | 25        |
| <b>Ilustración 1</b> Conceptualización de los proyectos de Ciencia, Tecnología e innovación ..... | <b>7</b>  |
| <b>Ilustración 2</b> Relación entre teoría o tecnología, solución y problema a resolver .....     | <b>13</b> |
| <b>Ilustración 3</b> Definición de productos, servicios y resultados.....                         | <b>16</b> |
| <b>Tabla 1</b> Tipos de productos de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación.....     | <b>17</b> |

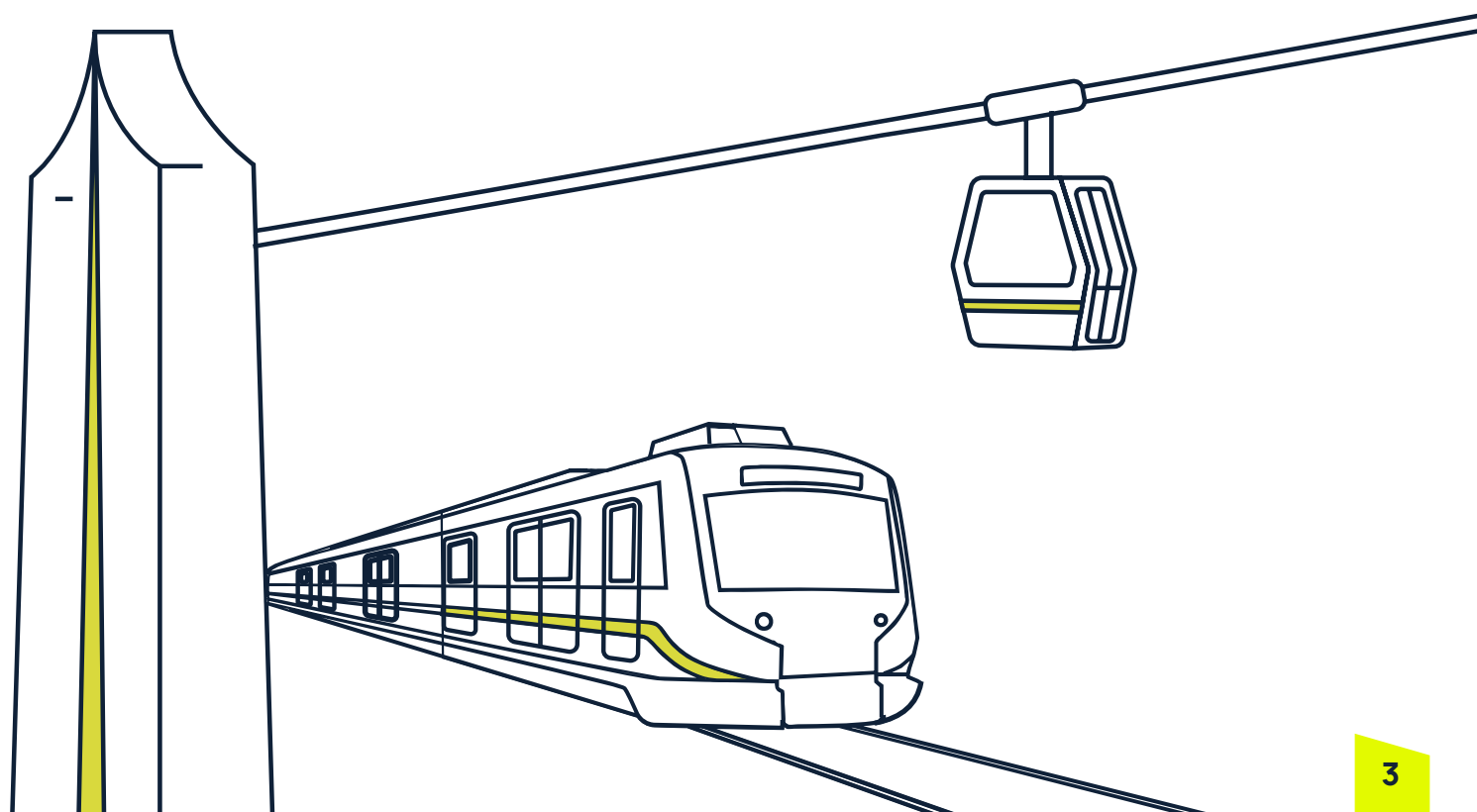
# Introducción General

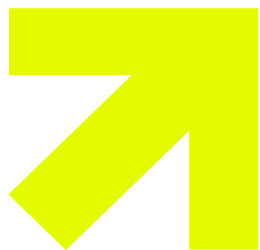
La Guía metodológica de proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín se concibe como un instrumento metodológico de orientación conceptual y técnica para la Agencia de Educación Postsecundaria de Medellín -Sapiencia- y para los actores del Sistema Distrital de CTI de Medellín, cuyo propósito principal es contribuir a la estandarización de conceptos relacionados con los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental. Su alcance se concentra en fortalecer la comprensión común sobre qué se entiende por Ciencia, Tecnología e Innovación —CTI—, cuáles son sus principales tipos de proyectos y cómo se diferencian las iniciativas de investigación aplicada, desarrollo experimental e innovación.

En este sentido, la Guía metodológica de proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín, busca aportar claridad frente a

conceptos que suelen emplearse de manera indistinta en la formulación de proyectos, tales como investigación, desarrollo, innovación, madurez tecnológica, solución basada en conocimiento, problema, productos, resultados y transferencia. Al establecer un lenguaje común, se espera facilitar el diálogo entre instituciones, investigadores, formuladores, evaluadores y demás actores del ecosistema, favoreciendo una comprensión más precisa sobre el alcance y las características de los proyectos de I+D.

Desde lo metodológico, la guía ofrece una ruta estructurada para formular proyectos, al definir los elementos que los componen, la relación lógica entre problema, objetivos, productos, actividades, metodología, cronograma, insumos, presupuesto, participantes, poblaciones y riesgos, así como los criterios para evaluar su calidad, novedad, alineación, sostenibilidad y transferencia de conocimiento. En este sentido, no solo explica qué es un proyecto de CTI, sino que proporciona un esquema práctico y estandarizado para diseñarlo, revisarlo y valorarlo, de manera que los procesos de formulación, evaluación y estructuración de convocatorias se desarrollen con mayor consistencia, comparabilidad y pertinencia territorial.





# Pasos para la formulación de proyectos de I+D

## Paso 1.

### **Comprender el alcance y naturaleza de un proyecto.**

La formulación debe iniciar con una comprensión clara de qué es un proyecto, cuál es su carácter temporal, qué necesidad busca atender y qué resultados concretos espera generar.

## Paso 2.

### **Identificar la temática estratégica a la que aporta el proyecto.**

El proyecto debe relacionarse con una necesidad, reto o temática priorizada en los instrumentos de planeación y política pública del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín, como el Plan de Desarrollo Distrital, el Plan Distrital de CTI+S de Medellín y los demás referentes normativos, técnicos y estratégicos considerados en la guía.

## Paso 3.

### **Clasificar el tipo de proyecto de CTI.**

Se debe establecer si la iniciativa corresponde a investigación aplicada, desarrollo experimental o innovación, de acuerdo con su propósito, nivel de madurez y tipo de resultado esperado.

## Paso 4.

### **Definir el problema y la incertidumbre de I+D.**

El problema debe formularse de manera concreta, delimitada y sustentada en evidencia, identificando la deficiencia de conocimiento o la incertidumbre científico-tecnológica que justifica el proyecto.

## Paso 5.

### **Plantear la solución de I+D.**

La solución debe describir el nuevo o mejorado producto, proceso, servicio, modelo, metodología o herramienta que se espera diseñar, desarrollar o validar.

## Paso 6.

### **Formular los objetivos del proyecto.**

El objetivo general y los objetivos específicos deben expresar logros técnicos claros, coherentes con el problema, la solución propuesta y el tipo de proyecto de I+D.

## Paso 7.

### **Definir productos, resultados o servicios esperados.**

Cada objetivo específico debe asociarse con entregables verificables, medibles y coherentes con la generación, aplicación en términos conceptuales o validación de conocimiento.

## Paso 8.

### **Diseñar la metodología y el cronograma.**

La metodología debe explicar cómo se desarrollará el proyecto, mientras que el cronograma debe ordenar las actividades y tiempos necesarios para alcanzar los resultados.

## Paso 9.

### **Estimar insumos y presupuesto.**

Se deben identificar los recursos técnicos, humanos, financieros entre otros requeridos para desarrollar el proyecto de manera coherente con su alcance, metodología y resultados esperados.

## Paso 10.

### **Analizar riesgos y verificar la pertinencia del proyecto.**

Finalmente, se deben reconocer los riesgos técnicos, financieros, operativos o institucionales, y verificar la coherencia entre problema, objetivos, productos, metodología, recursos y aporte a las temáticas estratégicas del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín.

# Capítulo 1: Conceptos básicos de proyectos



## ➤ 1.1. Qué es un proyecto?

Un proyecto puede comprenderse como un esfuerzo temporal, organizado y técnicamente viable, orientado a resolver o reducir una situación negativa previamente identificada. Su propósito principal es transformar una necesidad, problema u oportunidad en una condición mejor, mediante acciones planificadas, recursos definidos y resultados concretos. Desde la gestión de proyectos, se entiende como una iniciativa con inicio y fin, dirigida a crear un producto, servicio o resultado único (Project Management Institute Inc., 2021a). De manera complementaria, Maldonado (2018) plantea que un proyecto corresponde a una propuesta ordenada de acciones que busca solucionar o disminuir la magnitud de un problema, considerando los recursos necesarios y las limitaciones técnicas, sociales, económicas y políticas del contexto. En esta misma línea, Sapag Chain et al. (2014a) y Baca Urbina (2010) coinciden en que el proyecto representa una búsqueda racional e inteligente de solución frente a una necesidad humana.

Desde la perspectiva de la inversión, el proyecto también se concibe como una herramienta de análisis que permite recopilar, organizar y evaluar información económica, técnica y financiera para determinar la conveniencia de asignar recursos a una iniciativa específica (Maldonado, 2018). En el caso de los proyectos

de inversión, estos se orientan a producir bienes o servicios útiles para la sociedad a partir de la asignación de capital, insumos, recursos humanos, materiales y tecnológicos (Baca Urbina, 2010a; Córdoba Padilla, 2011). Por su parte, en la planeación pública, el Departamento Nacional de Planeación define el proyecto como un conjunto de actividades, tareas, recursos y productos desarrollados en un tiempo y territorio determinados, con el fin de resolver problemas o necesidades de la población y contribuir a los objetivos de un plan de desarrollo (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

## ➤ 1.2. Carácter Temporal

Una característica fundamental de todo proyecto es su carácter temporal. Esto significa que no corresponde a una actividad permanente, sino a una intervención con una duración finita, que inicia con la identificación de una situación problemática o de oportunidad de mercado y finaliza cuando se cumplen sus objetivos o cuando se determina que estos no pueden alcanzarse. La temporalidad no implica necesariamente corta duración, pues un proyecto puede extenderse durante varios años; lo esencial es que tenga un inicio y un cierre claramente definidos (Maldonado, 2018). Además, aunque el proyecto sea temporal, los productos, servicios o resultados generados pueden permanecer y producir efectos más allá de su periodo de ejecución (Maldonado, 2018).

## ➤ 1.3. Sostenibilidad

La sostenibilidad se refiere a la posibilidad de que los beneficios de un proyecto continúen o se fortalezcan después de su cierre y una vez finalizada la financiación externa. No debe confundirse con los resultados obtenidos durante la ejecución, ya que la sostenibilidad se relaciona con los efectos positivos que permanecen en el tiempo. Estos beneficios pueden ser financieros, sociales, ambientales, educativos, institucionales o comunitarios, dependiendo de la naturaleza del proyecto (Maldonado, 2018). De acuerdo con la ANDI (2016), la sostenibilidad implica que los procesos desarrollados por el proyecto logren integrarse a dinámicas institucionales, sociales, familiares o personales, permitiendo que sus beneficios se mantengan en el largo plazo. Sin embargo, no todos los proyectos tienen sostenibilidad como condición inherente; algunos responden a necesidades puntuales o coyunturales, sin que ello disminuya su pertinencia o importancia.

## ➤ 1.4. Alineación estratégica

Los proyectos surgen en las organizaciones como instrumentos temporales que permiten materializar su misión, avanzar en sus objetivos estratégicos y generar beneficios o impactos relevantes para sus grupos de interés. Mientras las organizaciones tienen vocación de permanencia y buscan crecer, sostenerse, diversificar sus capacidades y responder a los retos de su entorno, los proyectos poseen una naturaleza finita, con alcance, duración y presupuesto definidos. En este sentido, pueden

desarrollarse en entidades privadas, públicas, universidades, organizaciones sin ánimo de lucro u otros esquemas institucionales, y en el caso del sector público suelen articularse con planes de desarrollo, políticas públicas y retos de ciudad. De acuerdo con el PMI, los proyectos existen dentro de sistemas organizacionales más amplios y contribuyen a crear nuevos productos, servicios o resultados, generar aportes sociales o ambientales, mejorar la eficiencia y la capacidad de respuesta, facilitar transiciones hacia estados futuros deseados y conservar beneficios alcanzados por iniciativas previas (Project Management Institute Inc., 2021a, pp. 7-8).

Haniff y Galloway (2022) sustentan que los proyectos son instrumentos mediante los cuales las organizaciones convierten su misión, objetivos estratégicos y necesidades de transformación en acciones, entregables, beneficios e impactos. A partir de autores como Archibald (1988), Turner (1999), Morris y Jamieson (2004), Kerzner (2004) y Haniff y Fernie (2008), se explica que la estrategia organizacional se despliega hacia portafolios, programas y proyectos, permitiendo pasar de la planeación a la ejecución. Asimismo, autores como Ginsberg y Venkatraman (1985), Miles y Snow (1978), Nadler y Tushman (1980) y Carmeli et al. (2010) resaltan que los proyectos ayudan a alinear capacidades, procesos y entorno para mejorar el desempeño institucional. En conjunto, estos aportes permiten concluir que los proyectos no son iniciativas aisladas, sino mecanismos estratégicos para generar valor, fortalecer capacidades, responder al entorno y cumplir el propósito de organizaciones públicas, privadas, universitarias o sin ánimo de lucro.

## Capítulo 2:

# Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación



Los proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) se clasifican con base en su nivel de madurez tecnológica, medido mediante el **Technology Readiness Level (TRL)**, que es una metodología desarrollada por la NASA para evaluar la madurez de una tecnología y anticipar riesgos técnicos, financieros y de cronograma en proyectos espaciales complejos (Salazar & Russi-Vigoya, 2021). Su origen se remonta a la década de 1970, fue formalizada en 1989 y posteriormente evolucionó de siete a nueve niveles, estructura adoptada en el Manual de Ingeniería de Sistemas de la NASA (Sadin et al., 1989; NASA, 2017).

Con el tiempo, el TRL se extendió a sectores como defensa, energía, manufactura, electrónica y aprendizaje automático. Sin embargo, al ser una escala general, debe adaptarse al contexto específico de cada proyecto. En 2014, la Comisión Europea lo incorporó en Horizonte 2020 y en el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, aplicándolo a procesos de investigación científica y tecnológica (Salvador-Carulla et al., 2024).

En Colombia, la adopción del Technology Readiness Level (TRL) se evidencia en el Documento de tipología de proyectos de ciencia, tecnología e innovación, publicado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el cual se reconoce que el desarrollo de nuevos o mejorados productos, servicios y procesos puede requerir trayectorias prolongadas que parten de la generación de conocimiento científico y avanzan progresivamente por las fases de investigación, desarrollo e innovación. Desde esta perspectiva, los proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación se entienden como iniciativas estructuradas orientadas a producir conocimiento, desarrollar tecnologías y aplicar innovaciones en soluciones concretas, lo que permite relacionar el avance de una tecnología con su nivel de madurez y con el tipo de resultado esperado en cada etapa del proceso de I+D+i (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025, p. 13). En el anexo correspondiente se presenta la escala de niveles TRL como herramienta de referencia para identificar el grado de madurez tecnológica de una solución y orientar su clasificación dentro de las fases de investigación aplicada, desarrollo experimental e innovación.

**Ilustración 1** Conceptualización de los proyectos de Ciencia, Tecnología e innovación



**Fuente:** Adaptación (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2023)

En el proceso de transformar conocimiento científico en nuevos o mejorados productos, procesos o servicios, las soluciones avanzan por distintas etapas que reflejan su nivel de viabilidad, confiabilidad y riesgo. Para progresar entre estas etapas se desarrollan proyectos orientados a generar evidencia, validar soluciones y reducir la incertidumbre frente a su posible aplicación. Cuando una solución resulta no viable, el proyecto no debe entenderse como un fracaso, ya que también produce conocimiento útil sobre los límites de una tecnología o enfoque en contextos

específicos. Este aprendizaje debe transferirse a la comunidad científica, las organizaciones y la sociedad, con el fin de evitar la repetición de esfuerzos y orientar nuevas investigaciones. En este marco surgen los proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), los cuales permiten madurar tecnologías al convertir conocimiento científico en soluciones aplicables a problemas reales, contribuyendo a la reducción de la incertidumbre tecnológica y al desarrollo de innovaciones con potencial impacto social.

### Dentro de la clasificación de proyectos CTI vamos a encontrar

Proyectos de investigación básica

Proyectos de investigación aplicada

Proyectos de desarrollo experimental

Proyectos de innovación.

## Proyectos de investigación básica

La investigación básica se orienta a la generación de nuevos conocimientos sobre los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin buscar una aplicación práctica inmediata (OECD, 2015, p. 53). Según el Manual de Frascati, su propósito principal es ampliar la comprensión científica, sin que necesariamente exista una hipótesis de aplicación o una solución directa a un problema. En términos de madurez tecnológica, Minciencias, citando a NASA, la ubica en el TRL 1, etapa en la que se observan y reportan principios básicos que pueden servir como punto de partida para futuras investigaciones y desarrollos (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025, p. 14).

## Proyectos de investigación aplicada

De acuerdo con el Manual de Frascati, “la investigación aplicada consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos

conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo o propósito específico práctico” (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2015, p. 54). En Colombia, esta definición es retomada por Minciencias al señalar que la investigación aplicada busca adquirir nuevos conocimientos orientados a un objetivo práctico específico y puede emprenderse para determinar posibles usos de los resultados de la investigación básica o nuevas formas de alcanzar objetivos previamente definidos (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025, p. 14).

En este sentido, la investigación aplicada orienta el conocimiento disponible —que puede provenir de la investigación básica u otras fuentes— hacia la formulación de soluciones teóricas frente a problemas reales. Estas soluciones pueden ser desarrolladas por investigadores distintos a quienes produjeron el conocimiento inicial, ya que un hallazgo científico o tecnológico puede adquirir utilidad práctica tiempo después, cuando se identifica una nueva forma de aplicarlo. Aunque la solución aún se mantiene en un plano teórico, puede representar una mejora significativa

en eficiencia o eficacia frente a alternativas existentes.

En los proyectos de I+D, la investigación aplicada puede dar lugar a planteamientos iniciales de nuevos o mejorados productos, servicios o procesos. No obstante, estas soluciones todavía carecen de información suficiente sobre su entrega, usuarios, sostenibilidad o implementación. Por ello, esta etapa se centra en construir una propuesta teórica novedosa, sustentada en conocimiento científico, tecnológico o técnico, que permita avanzar posteriormente hacia procesos de desarrollo experimental.

## Proyectos de Desarrollo experimental.

El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, obtenidos mediante investigación o experiencia práctica, orientados a fabricar nuevos materiales, productos o dispositivos, establecer nuevos procedimientos, sistemas o servicios, o mejorar significativamente los ya existentes (OCDE, 2015, citado en Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025, p. 28). En Colombia, esta definición se retoma para señalar que el desarrollo experimental busca comprender los factores que inciden en la materialización de una solución teórica, especialmente cuando aún no existen las condiciones suficientes para contar con un prototipo funcional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025).

En los proyectos de I+D, el desarrollo experimental permite validar soluciones derivadas de la investigación aplicada en entornos cercanos a los reales. Esta etapa puede incluir prototipos, pilotos, lotes de prueba, plantas piloto o validaciones en escala precomercial, con el fin de comprobar si las funcionalidades planteadas teóricamente mantienen su desempeño en condiciones similares a las de uso real. Sus resultados pueden orientarse a nuevos o mejorados productos, servicios o procesos.

Además, en esta fase se inicia la validación con posibles usuarios o receptores de la solución, así como el análisis inicial sobre su entrega, implementación o transferencia. Para que las actividades de esta fase sean clasificadas como I+D, deben cumplir simultáneamente los cinco criterios Frascati: ser novedosas, con incertidumbre, creativas, sistemáticas y transferibles o reproducibles (OECD, 2015). Por ello, una validación negativa no debe entenderse como fracaso, sino como un resultado propio de la incertidumbre, que permite aprender, ajustar supuestos, identificar restricciones y orientar decisiones posteriores de desarrollo, escalamiento o reformulación.

## Proyectos de Innovación.

Cuando la validación del desarrollo experimental es positiva, la solución puede avanzar hacia la etapa de innovación. De acuerdo con la OCDE y EUROSTAT, una innovación corresponde a la introducción de un producto, servicio, proceso, método de comercialización u organizativo nuevo o significativamente mejorado en las prácticas de una empresa u organización (OCDE & EUROSTAT, 2005, p. 56).

En esta fase, el propósito es escalar la solución, realizar pruebas de calidad, adelantar los estudios necesarios para su llegada a los usuarios finales e iniciar su puesta en operación. En concordancia, Minciencias señala que los proyectos de innovación se entienden como productos o procesos nuevos o mejorados, o la combinación de ambos, que se diferencian significativamente de los existentes y que han sido puestos a disposición de usuarios potenciales o incorporados al uso de la organización (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2025, p. 48).

Así, la innovación representa una etapa posterior a la investigación aplicada y al desarrollo experimental, en la cual la solución ya validada avanza hacia su uso efectivo. Este proceso de maduración tecnológica puede culminar en nuevos o mejorados productos, servicios o procesos, como resultado de varios años de investigación, desarrollo e innovación.

# Capítulo 3:

## Principales elementos para la formulación de un proyecto I+D



### Entorno

En los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, el análisis del entorno permite verificar si existen condiciones suficientes para formular, ejecutar, validar y transferir una solución de I+D. Este análisis no debe convertirse en un diagnóstico amplio, sino concentrarse en información útil para reducir incertidumbre y tomar decisiones antes de comprometer recursos técnicos, financieros, institucionales y humanos. Para ello, se revisan principalmente cuatro entornos obligatorios: comercial o de mercado, técnico, de gestión y financiero. El entorno comercial o de mercado permite identificar si la solución responde a una necesidad real, si existe un usuario, sector o actor interesado, y si hay posibilidades de apropiación, transferencia o escalamiento. Maldonado (2018) lo relaciona con la sensibilidad del mercado o de los usuarios frente al bien o servicio, mientras que Baca Urbina (2010) lo asocia con la relación entre demanda, oferta y mecanismos de llegada al usuario. En proyectos de I+D, este análisis ayuda a establecer si la solución propuesta es novedosa, pertinente y diferenciada frente a antecedentes existentes.

El entorno técnico permite revisar si el equipo cuenta con capacidades científicas, tecnológicas, metodológicas, infraestructura, insumos y experiencia para desarrollar la investigación, prototipo, piloto o validación. Maldonado (2018) lo vincula con las posibilidades materiales de producir el bien o servicio esperado, y Baca Urbina (2010) con el análisis de dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué se producirá. El entorno de gestión analiza la capacidad administrativa e institucional para coordinar investigadores, aliados, compras, permisos, informes, cronogramas, seguimiento y procesos de transferencia, aspecto que Maldonado (2018) relaciona con las condiciones funcionales y estructurales necesarias para emprender el proyecto. Por su parte, el entorno financiero permite estimar si los recursos disponibles son suficientes para cubrir el alcance técnico y metodológico, incluyendo personal científico, equipos, insumos, validaciones, pilotos, contrapartidas y desembolsos; Maldonado (2018) lo asocia con inversión, costos y fuentes de financiación, mientras que Baca Urbina (2010) lo entiende como la organización de la información monetaria para la evaluación económica.

De manera complementaria, los entornos legal, social y cultural pueden analizarse cuando la naturaleza del proyecto lo requiera, por ejemplo, si existen permisos, regulaciones, trabajo con comunidades, validación con usuarios o procesos de adopción territorial. En conjunto, estos

estudios fortalecen la pertinencia, coherencia y viabilidad de los proyectos de I+D, siempre que se enfoquen en información relevante para la formulación y no en datos generales sin utilidad directa para la toma de decisiones, como advierten Sapag Chain et al. (2014).

En consecuencia, el análisis de entornos en proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental debe entenderse como un ejercicio estratégico de viabilidad, orientado a verificar si la solución propuesta cuenta con condiciones reales para avanzar desde su formulación hasta su validación, transferencia o escalamiento. Por tanto, más que recopilar información general,

este análisis debe permitir tomar decisiones fundamentadas sobre la pertinencia comercial o de mercado, la capacidad técnica, la gestión institucional y la disponibilidad financiera del proyecto, incorporando otros entornos solo cuando sean necesarios por la naturaleza de la iniciativa. Con el fin de facilitar este proceso, en los anexos se presenta la Herramienta: Matriz para el diseño de entornos en proyectos de I+D, cuyo propósito es orientar la revisión de estas condiciones, reducir la incertidumbre y fortalecer la coherencia entre el problema, la solución basada en conocimiento y la viabilidad de su ejecución.

## Problema

En los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, el problema constituye el punto de partida de la formulación, porque permite precisar la situación negativa, necesidad, brecha o incertidumbre que justifica la intervención. Su definición no debe limitarse a describir una dificultad general del contexto, sino que debe concretar sus características, causas, efectos y condiciones de manifestación en una población, sector, territorio o sistema determinado. Como señala Miranda Miranda (2001), el análisis del problema exige conocer sus aspectos específicos y los elementos que lo rodean, especialmente aquellos que pueden incidir en la búsqueda de una solución mediante un proyecto. Por ello, en I+D, el problema debe formularse con suficiente claridad para orientar la generación de conocimiento, el diseño de una solución, su validación o su posterior transferencia.

Un problema bien planteado debe ser único, delimitado, realista y proporcional al alcance del proyecto. No debe formularse como una aspiración demasiado amplia ni como una situación que exceda la capacidad real de la intervención. Por ejemplo, no sería adecuado plantear como problema “erradicar la violencia de género en Medellín” si el proyecto solo desarrollará dos cátedras en una institución educativa, porque la magnitud del problema supera ampliamente la solución propuesta. En este sentido, el Departamento Nacional de Planeación (2023) resalta la importancia de reducir la complejidad mediante la delimitación precisa del ámbito de análisis y del tema propuesto. Esta delimitación permite evitar problemas generales, ambiguos o imposibles de resolver desde el alcance técnico, financiero y metodológico del proyecto.

En investigación aplicada, el problema no se reduce a la existencia de una necesidad social, productiva, tecnológica o ambiental; debe expresar, además, una deficiencia de conocimiento frente a una posible alternativa de solución. Es decir, el proyecto se justifica porque aún no se sabe suficientemente cómo una teoría, tecnología, método, modelo o conocimiento científico puede contribuir a resolver una necesidad específica. De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

(2025), el planteamiento del problema debe permitir identificar la pregunta o hipótesis que orientará el estudio y evidenciar el vacío de conocimiento que la investigación busca abordar. Por tanto, en este tipo de proyectos, el problema debe sustentarse en antecedentes nacionales e internacionales, estudios previos, literatura científica o, cuando no existan suficientes fuentes secundarias, en fuentes primarias que demuestren la necesidad de generar nuevo conocimiento científico o técnico.

En desarrollo experimental, el problema se relaciona con una incertidumbre científico-tecnológica sobre la materialización de una solución previamente planteada. En este caso, ya existe una base teórica, tecnológica o conceptual, pero todavía no se ha demostrado si dicha solución puede funcionar en condiciones relevantes, cercanas a las reales o a nivel de prototipo o piloto. Según el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2025), este tipo de problema debe identificar la necesidad u oportunidad que se busca atender y la incertidumbre que debe resolverse para convertir conocimiento disponible en un bien, servicio, proceso, prototipo o piloto tangible. Así, el problema no consiste únicamente en afirmar que una solución “hace falta”, sino en demostrar qué aspecto técnico, funcional, operativo o tecnológico aún no ha sido validado.

En síntesis, el problema en proyectos de I+D debe conectar tres elementos: la situación negativa o brecha que afecta a una población, sector o territorio; el conocimiento, teoría o tecnología que podría aportar a su solución; y el

vacío o incertidumbre que justifica desarrollar investigación aplicada o desarrollo experimental. Esta relación permite diferenciar un proyecto de I+D de una intervención operativa tradicional, ya que su propósito no es solo ejecutar actividades, sino producir conocimiento, validar soluciones, reducir incertidumbre y generar bases para nuevos o mejorados productos, procesos, servicios, modelos o metodologías. Por ello, la formulación del problema debe ser concreta, verificable, coherente con el alcance del proyecto y suficientemente sustentada en evidencia, de manera que oriente con claridad los objetivos, el estado del arte, la metodología y los resultados esperados.

En este sentido, se propone las matrices (Matriz para diseñar el problema en proyectos de investigación aplicada - Matriz para diseñar el problema en proyectos de desarrollo experimental) que constituyen herramientas de apoyo para orientar la formulación del problema en proyectos de I+D, diferenciando el enfoque propio de la investigación aplicada y del desarrollo experimental. La primera permite estructurar problemas asociados a vacíos de conocimiento sobre una posible solución con finalidad práctica, mientras que la segunda facilita la identificación de incertidumbres científico-tecnológicas relacionadas con la materialización, prueba o validación de una solución previamente planteada. Ambas herramientas buscan fortalecer la coherencia entre problema, conocimiento base, solución propuesta, alcance del proyecto y tipo de resultado esperado, y se encuentran disponibles en los anexos para su consulta y diligenciamiento.

## Estructuración investigación aplicada – Desarrollo experimental para el cierre de brecha

La estructuración de proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental constituye un proceso técnico orientado a transformar conocimiento científico, tecnológico o técnico en soluciones con potencial de aplicación frente a problemas existentes. Estas soluciones pueden expresarse en nuevos o mejorados productos, procesos, servicios, modelos,

metodologías o herramientas, de acuerdo con el nivel de madurez de la iniciativa y con la naturaleza del proyecto de I+D.

En este sentido, la formulación debe partir de una relación clara entre el problema identificado, el conocimiento base, la solución propuesta, el tipo de proyecto de I+D y su posible aplicación en sectores sociales, productivos, tecnológicos, ambientales, institucionales o de capacidades priorizados por el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín.

**Ilustración 2** Relación entre teoría o tecnología, solución y problema a resolver



**Fuente:** Elaboración propia

Desde esta perspectiva, la pertinencia del proyecto se verifica en la medida en que la solución propuesta responda a una necesidad real, cuente con evidencia suficiente, se soporte en conocimiento científico, tecnológico o técnico, y tenga potencial para ser desarrollada, validada,

transferida o escalada. Así, los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental se entienden como medios para generar soluciones basadas en conocimiento en sectores estratégicos del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín.

## Estado del Arte

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2025), el estado del arte proporciona el sustento teórico del problema, al exponer el conocimiento existente sobre la solución que se pretende plantear o validar, así como su fundamento tecnológico o teórico. Asimismo, permite identificar los principales avances alcanzados hasta la fecha en esa área del conocimiento, lo que sustenta la necesidad de desarrollar el proyecto, ya sea en la modalidad de investigación aplicada o de desarrollo.

Un estado del arte debe contener entre otros elementos:

Análisis de la información científica disponible sobre el tema: Se debe corroborar que existe en realidad un vacío en el conocimiento (Investigación aplicada) o un reto de materialización de la solución (Desarrollo). Para ello deberán realizarse búsquedas sistemáticas de la literatura científica que permita demostrar el avance del

conocimiento científico en este campo. Recuerde que un estado del arte debe incluir a los autores más reconocidos en la temática y un análisis de los trabajos publicados en los últimos cinco años, al igual que describir los principales componentes y elementos del tema a investigar. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2023)

“El enfoque de investigaciones y desarrollos previos: En este caso, se debe documentar los resultados, perspectivas y métodos utilizados en las investigaciones que más se acerquen al tema objeto de estudio, y/o “a los posibles prototipos o plantas pilotos desarrolladas” (Desarrollo), de manera tal que oriente el proyecto a nuevas maneras de abordar el problema o la necesidad identificada.” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2023)

“En caso de que el proyecto no cuente con antecedentes directos o con un bajo número de publicaciones, deberá evidenciarse esta situación mediante un análisis de la bibliografía en fuentes científicas reconocidas.” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2023, p. 41) - (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2025, p. 19)

## Objetivos

En los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, los objetivos expresan la situación positiva que se espera alcanzar a partir del problema identificado. No deben formularse como actividades o deseos generales, sino como logros técnicos orientados a generar conocimiento, validar una solución, reducir incertidumbre o desarrollar un prototipo, piloto, modelo, producto, proceso o servicio basado en conocimiento científico, tecnológico o técnico. En este sentido, el Departamento Nacional de Planeación plantea que los objetivos surgen de transformar las condiciones negativas del problema en condiciones positivas alcanzables.

El objetivo general debe ser único, claro, medible y coherente con el título, el problema, el estado del arte, la metodología y los resultados esperados. En proyectos de I+D, debe indicar qué se pretende lograr, con qué enfoque general y frente a qué reto, brecha o incertidumbre. Según Minciencias (2025), debe expresar qué se quiere hacer y con qué propósito dentro de la investigación aplicada o el desarrollo experimental.

Los objetivos específicos definen las fases principales para alcanzar el objetivo general. En investigación aplicada, orientan el análisis, diseño o validación preliminar de una solución conceptual con finalidad práctica. En desarrollo experimental, guían la construcción, prueba, ajuste o validación de una solución mediante prototipos, pilotos o ensayos en condiciones cercanas a las reales.

Cada objetivo específico debe asociarse con productos, resultados o servicios verificables.

Los objetivos ordenan la ruta técnica del proyecto de I+D y aseguran la coherencia entre problema, conocimiento base, metodología, productos e impactos. Deben redactarse con verbos en infinitivo, evitar ambigüedades, no repetir el objetivo general y no confundirse con actividades. Minciencias recomienda formular máximo cinco objetivos específicos y mantenerlos dentro del alcance real del proyecto.

### **Estructura sugerida del objetivo general - Investigación aplicada:**

Verbo en infinitivo + solución conceptual de I+D + conocimiento/método base + problema o brecha + finalidad práctica.

**Ejemplo:** Diseñar un modelo predictivo basado en analítica de datos y sistemas de información

geográfica orientado a identificar zonas con mayor riesgo de inseguridad alimentaria en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Medellín.

### **Estructura sugerida del objetivo general - Desarrollo experimental:**

Verbo en infinitivo + prototipo/piloto/solución a validar + tecnología o conocimiento base + condiciones de prueba + problema o necesidad que atiende.

**Ejemplo:** Validar un prototipo funcional de sistema de monitoreo energético basado en sensores IoT y analítica de datos en condiciones operativas cercanas a las reales, orientado a mejorar la eficiencia energética en micro y pequeñas empresas.

## **servicios**

En los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, los productos, resultados y servicios son los entregables concretos que se generan durante la ejecución y que permiten materializar los objetivos específicos. Estos pueden ser bienes, servicios, estudios, modelos, metodologías, prototipos, pilotos, validaciones, documentos técnicos, artículos, tecnologías validadas o procesos de transferencia. Su función principal es evidenciar que el proyecto avanzó en la generación, validación o aplicación de conocimiento científico, tecnológico o técnico.

Estos entregables deben formularse con claridad, estar alineados con los objetivos específicos y contribuir al objetivo general, tal como plantea el Departamento Nacional de Planeación (2023). Además, deben ser medibles mediante

indicadores verificables, porque expresan los logros alcanzados por el proyecto, como señala Miranda Miranda (2001). En términos de alcance, el PMI indica que deben definirse junto con sus criterios de aceptación y exclusiones, es decir, qué se entrega, bajo qué condiciones se acepta y qué queda por fuera del proyecto (Project Management Institute Inc., 2017).

En investigación aplicada, los productos suelen orientarse a validar conocimiento o formular soluciones conceptuales con finalidad práctica, como modelos, métodos, diseños, pruebas de concepto o documentos técnicos. En desarrollo experimental, los productos se enfocan en probar el potencial del conocimiento en condiciones cercanas a las reales, mediante prototipos, pilotos, ensayos, validaciones funcionales o evaluaciones técnicas. Por tanto, definir bien los productos permite ordenar la ejecución, verificar el cumplimiento del proyecto y demostrar su aporte a la reducción de incertidumbre en I+D.

Productos, servicios o resultados -  
Proyectos de Investigación Aplicada y  
Desarrollo

“Definir los productos medibles y cuantificables que se alcanzarán con el desarrollo del proyecto. Es necesario fijar como mínimo un resultado por cada objetivo específico e indicar las características de nuevo conocimiento generado,

medios de verificación y los indicadores. Recuerde que estos resultados deberán alcanzarse en su totalidad en el marco del desarrollo del proyecto y deberán ser coherentes con la metodología y evidenciar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2025, p. 39) - (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2025, p. 24)

Para la definición de resultados se sugiere el siguiente esquema:

Ilustración 3 Definición de productos, servicios y resultados

| Objetivo al que pertenece resultado | Nombre del resultado | Detalle del resultado | Entregable del resultado | Que no entra en el alcance | Indicador del resultado | Métrica del resultado | Descripción del beneficiario del resultado |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
|                                     |                      |                       |                          |                            |                         |                       |                                            |
|                                     |                      |                       |                          |                            |                         |                       |                                            |
|                                     |                      |                       |                          |                            |                         |                       |                                            |

Fuente: Elaboración propia

**Proyectos de investigación aplicada:** “Para los proyectos de investigación, los resultados deberán estar orientados a la validación del conocimiento generado.” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2025, p. 25)

**Proyectos de Desarrollo:** “Para los proyectos de Desarrollo, los resultados deberán estar orientados a la validación del conocimiento generado o probar el potencial del conocimiento.” (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2025, p. 39)

Dado que el proyecto busca generar conocimiento sobre el funcionamiento de una solución en

entornos cercanos a los reales, a partir de una teoría o tecnología previamente desarrollada y validada en ámbitos teóricos, generalmente contempla productos, servicios o resultados tales como prototipos, pilotos, validaciones, evaluaciones y experimentos.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2025) presenta una guía de posibles resultados, los cuales pueden consultarse en el documento Modelo de medición de grupos de Minciencias (2024). A partir de esta referencia, se realiza una adaptación orientada a identificar los tipos de productos que deberían contemplar los proyectos de investigación y desarrollo.

**Tabla 1** Tipos de productos de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación

| Tipo Producto                                                           | Subtipo Producto                                                                                                                                          | Tipo de Proyecto CTI                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO                                        | Artículos de investigación A1, A2, B y C.                                                                                                                 | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Artículos de investigación D.                                                                                                                             | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Notas científicas.                                                                                                                                        | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Libros resultados de investigación.                                                                                                                       | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Capítulos en libro resultado de investigación.                                                                                                            | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Libros de Formación Q1.                                                                                                                                   | Investigación - Desarrollo                                       |
|                                                                         | Productos tecnológicos patentados o en proceso de solicitud de patente.                                                                                   | Desarrollo                                                       |
|                                                                         | Variedades vegetales, nuevas razas animales y poblaciones mejoradas de razas pecuarias.                                                                   | Innovación                                                       |
|                                                                         | Productos resultados de la creación o investigación-creación.                                                                                             | Investigación - Desarrollo                                       |
| DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN                                     | Productos tecnológicos certificados o validados.                                                                                                          | Desarrollo                                                       |
|                                                                         | Productos empresariales                                                                                                                                   | Innovación                                                       |
|                                                                         | Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones.                                                                                                        | Desarrollo - Innovación                                          |
|                                                                         | Conceptos técnicos.                                                                                                                                       | Investigación - Desarrollo - Innovación                          |
|                                                                         | Registros de Acuerdos de licencia para explotación de obras de Investigación + Creación en Artes, Arquitectura y Diseño protegidas por derechos de autor. | Desarrollo - Innovación                                          |
| APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO Y DIVULGACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA | Procesos de Apropiación Social del Conocimiento.                                                                                                          | Transferencia de conocimiento para el Sistema Distrital de CTI * |
|                                                                         | Circulación de conocimiento especializado.                                                                                                                |                                                                  |
|                                                                         | Divulgación Pública de la CTI.                                                                                                                            |                                                                  |
|                                                                         | Producción Bibliográfica.                                                                                                                                 |                                                                  |

| Tipo Producto                           | Subtipo Producto                                                          | Tipo de Proyecto CTI                    |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO PARA LA CTI | Direcciones de Tesis de doctorado                                         | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Direcciones de Trabajo de grado de maestría                               | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Direcciones de Trabajo de pregrado                                        | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Proyectos de Investigación y Desarrollo                                   | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Proyectos de Investigación-Creación                                       | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+I)                | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Proyectos de extensión y de responsabilidad social en CTI                 | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Apoyos a la creación de programas y cursos de formación de investigadores | Investigación - Desarrollo - Innovación |
|                                         | Acompañamientos y asesorías de línea temática del Programa Ondas          | Investigación - Desarrollo - Innovación |

**Fuente:** Adaptado (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Minciencias, 2024, pp. 56–57)

### Transferencia de conocimiento para el Sistema Distrital de CTI de Medellín

La **transferencia tecnológica** es el proceso mediante el cual los resultados de la investigación y el desarrollo dejan de estar únicamente en el laboratorio, en informes técnicos o en prototipos, y pasan a ser apropiados, utilizados o comercializados por empresas, instituciones, usuarios o comunidades. Es el acto de compartir y difundir conocimientos técnicos —como métodos de producción, patentes, diseños u otros activos tecnológicos— desde una entidad creadora hacia una entidad receptora, conectando el mundo académico y de investigación con la industria,

el mercado y la sociedad (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Superintendencia de Industria y Comercio & Red JOINN, 2024, p. 7).

En este sentido, la transferencia puede entenderse como el paso siguiente a los proyectos de desarrollo experimental, siempre que los resultados hayan demostrado una viabilidad técnica suficiente. Es decir, los proyectos de desarrollo permiten construir, probar, ajustar y validar prototipos, pilotos, procesos o tecnologías en condiciones controladas o cercanas a las reales; posteriormente, si la solución demuestra desempeño, utilidad y potencial de aplicación, puede avanzar hacia una etapa de transferencia.

La transferencia puede realizarse mediante diferentes mecanismos, como:

- la cesión de derechos de propiedad intelectual,
- los contratos de licencia,
- los acuerdos de colaboración tecnológica y
- la creación de empresas de base tecnológica. (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Superintendencia de Industria y Comercio & Red JOINN, 2024, pp. 7, 12).

Para que una solución pueda ser transferida, no basta con que exista una idea o un prototipo inicial. La solución debe contar con un **empaquetamiento tecnológico**, entendido como la presentación clara y completa de la tecnología para que posibles adquirentes, inversionistas, aliados o usuarios puedan comprenderla, evaluarla y decidir si conviene invertir en su uso, desarrollo o comercialización. Este empaquetamiento debe mostrar la tecnología como una oferta de valor definida, respaldada, valorizada y protegida (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Superintendencia de Industria y Comercio & Red JOINN, 2024, p. 27).

En términos prácticos, la solución debe contar con una **descripción técnica clara, el estado de desarrollo tecnológico o TRL**, evidencias de **pruebas y validaciones**, resultados obtenidos en laboratorio o campo, especificaciones técnicas, posibles aplicaciones, ventajas frente al estado de la técnica, condiciones de uso, requerimientos para su implementación, análisis

preliminar de mercado, identificación de usuarios o sectores interesados, estado de la propiedad intelectual y, cuando aplique, una valoración económica o estrategia de explotación. Los informes de pruebas y validaciones respaldan la calidad y confiabilidad de la tecnología, mientras que las especificaciones técnicas y manuales facilitan su evaluación, reproducción, operación o mantenimiento por parte de potenciales receptores (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Superintendencia de Industria y Comercio & Red JOINN, 2024, pp. 29-31).

Además de los mecanismos principales que se menciona—**venta de derechos de propiedad intelectual, contratos de licencia, acuerdos de colaboración tecnológica y creación de empresas de base tecnológica**— también existen otros mecanismos complementarios de transferencia, especialmente útiles en proyectos de I+D cuando el resultado aún no está listo para comercializarse o cuando se busca difundir conocimiento hacia usuarios, empresas o comunidades.

Estos otros mecanismos son:

1

#### **Publicaciones científicas:**

permiten divulgar resultados de investigación mediante artículos, informes técnicos o ponencias. Aunque se consideran más un mecanismo de transferencia de conocimiento que de tecnología, pueden facilitar nuevas aplicaciones, mejoras en procesos y desarrollos posteriores en el sector productivo. Sin embargo, por sí solas no siempre garantizan una transferencia efectiva, porque puede existir distancia entre el lenguaje académico y las necesidades empresariales. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Minciencias) et al., 2024)

2

#### **Programas de capacitación:**

consisten en formar a empresas, usuarios o personal técnico en el uso, apropiación o gestión de una tecnología. En proyectos de I+D, este mecanismo ayuda a que los actores receptores comprendan, absorban e integren los nuevos conocimientos o desarrollos en sus procesos. (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Minciencias) et al., 2024)

3

#### **Movilidad o desplazamiento de investigadores hacia la industria:**

ocurre cuando investigadores se vinculan temporal o permanentemente a una empresa para transferir conocimiento especializado. Este mecanismo facilita que la empresa incorpore capacidades científicas y tecnológicas, mientras el investigador comprende mejor las necesidades reales del sector productivo. (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2022)

4

#### **Pools de patentes:**

son acuerdos entre varios titulares de patentes relacionadas, en los que cada parte aporta sus patentes a un conjunto común y recibe licencias para usar la tecnología agrupada. Este mecanismo es útil cuando una tecnología requiere varias patentes de diferentes propietarios y negociar cada licencia por separado sería costoso o ineficiente. (González Sabater, 2011)

Estos mecanismos complementan la transferencia formal de tecnología porque permiten divulgar, apropiar, escalar o facilitar el uso del conocimiento generado en proyectos de I+D, incluso cuando la tecnología todavía no está lista para una licencia, una cesión o una empresa de base tecnológica.

## Fines - Impactos

En proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, los impactos son cambios positivos esperados después de finalizar la ejecución, en el corto, mediano o largo plazo. Estos se relacionan con los fines del proyecto, pero no deben confundirse con los productos, resultados o servicios, ya que estos últimos sí hacen parte del alcance directo del proyecto. Según la CEPAL y Naciones Unidas (2005), el fin representa la contribución del proyecto a problemas de mayor alcance, sin que esto implique resolverlos completamente. Por ello, en proyectos de I+D, los impactos deben formularse como contribuciones razonables y verificables derivadas de la generación de conocimiento, la reducción de incertidumbre, la validación de soluciones, la transferencia de resultados a la creación de condiciones para futuras etapas de desarrollo, innovación, adopción o escalamiento.

exista una aplicación novedosa de una teoría, método o tecnología frente a un problema real. En este tipo de proyectos, el impacto no consiste todavía en contar con una solución lista para su implementación final, sino en demostrar que existe una base conceptual, metodológica o técnica suficientemente sólida para avanzar hacia etapas posteriores de validación o desarrollo experimental.

En el corto plazo, los impactos de la investigación aplicada se expresan en la reducción de la incertidumbre técnica inicial, la demostración de la factibilidad conceptual de la solución, la validación preliminar de la tecnología o teoría base y la generación de conocimiento transferible. Esto puede lograrse mediante análisis técnicos, pruebas de concepto, simulaciones, estudios comparativos, modelos conceptuales, rutas metodológicas, documentos técnicos, artículos, protocolos o informes. Así, el proyecto permite establecer si la solución propuesta tiene sentido científico, técnico o metodológico antes de comprometer recursos en prototipos, pilotos o validaciones más avanzadas.

En el mediano plazo, los impactos se relacionan con la posibilidad de avanzar desde el planteamiento teórico hacia procesos de validación más estructurados. En esta etapa, el conocimiento generado permite preparar componentes, modelos, métodos o subsistemas para futuras pruebas en entornos relevantes o cercanos a las condiciones reales. También contribuye al fortalecimiento de capacidades científicas, técnicas e institucionales, porque deja metodologías, aprendizajes, restricciones identificadas, recomendaciones y evidencia para tomar decisiones sobre la continuidad, ajuste, transferencia o escalamiento de la solución.

En el largo plazo, los impactos pueden reflejarse en la continuidad del conocimiento hacia

### Impactos en proyectos de investigación aplicada

En los proyectos de investigación aplicada, los impactos se relacionan principalmente con la generación de una solución teórica o conceptual basada en conocimiento científico, tecnológico o técnico previamente existente. Esta solución puede orientarse al diseño de nuevos procesos, productos o servicios, o al mejoramiento de los ya existentes, siempre que

nuevos proyectos de desarrollo experimental, prototipos, pilotos, validaciones funcionales o iniciativas de innovación. También pueden evidenciarse en la apropiación del conocimiento por parte de actores del sistema de CTI, la formulación de nuevas investigaciones, la transferencia de resultados, la reducción de duplicación de esfuerzos y la generación de modelos, métodos o lineamientos replicables. Por tanto, la investigación aplicada aporta al cierre de brechas no porque entregue una solución final, sino porque crea las bases científicas y técnicas necesarias para que dicha solución pueda madurar, validarse y eventualmente ser transferida o escalada.

Los indicadores de impacto para proyectos de investigación aplicada se incluirán en el anexo, organizados por corto, mediano y largo plazo, con ejemplos, indicadores y formas de medición asociados a la reducción de incertidumbre, validación conceptual, transferencia de conocimiento y potencial de escalamiento

## **Impactos en proyectos de desarrollo experimental**

En los proyectos de desarrollo experimental, los impactos se relacionan con la materialización inicial, prueba y validación de una solución previamente formulada, sustentada en una tecnología, teoría, método o conocimiento existente. A diferencia de la investigación aplicada, que se concentra en estructurar y comprobar conceptualmente una solución, el desarrollo experimental busca demostrar su funcionamiento mediante prototipos, pilotos, modelos funcionales, sistemas, subsistemas, procesos o versiones preliminares evaluadas en condiciones controladas, relevantes o cercanas a las reales.

En el corto plazo, los impactos se evidencian en la construcción o configuración inicial de la solución, la validación de sus componentes básicos, la verificación de funcionalidades

preliminares, la identificación temprana de fallas, restricciones o ajustes técnicos, y la reducción del riesgo técnico inicial. En este nivel, el proyecto permite comprobar si los elementos desarrollados responden a los requerimientos definidos y si cuentan con condiciones mínimas para avanzar hacia una validación más integrada.

En el mediano plazo, los impactos se expresan en la validación integrada de la solución en entornos relevantes o cercanos a las condiciones reales. Esto incluye pruebas de funcionamiento de prototipos o pilotos, evaluación de desempeño técnico, validación con usuarios o actores del entorno, ajuste de parámetros, mejora de funcionalidades y generación de evidencia sobre reproducibilidad, eficiencia, calidad, seguridad o pertinencia. Además, esta etapa fortalece capacidades científicas, técnicas, productivas e institucionales para decidir si la solución debe continuar, ajustarse, transferirse, rediseñarse o escalarse.

En el largo plazo, los impactos se relacionan con la validación avanzada de la solución en condiciones operativas reales o próximas a la realidad. En este horizonte pueden incluirse pruebas del sistema completo, demostraciones en ambientes operacionales, desarrollo y prueba de versiones finales o precomerciales, evaluación del ciclo de vida, análisis de viabilidad económica, identificación de requerimientos de producción, implementación o adopción, y formulación de rutas de transferencia o escalamiento. De esta manera, el desarrollo experimental contribuye a reducir el riesgo técnico y operativo de la solución, generando evidencia suficiente para avanzar hacia etapas de innovación, apropiación, comercialización, producción o implementación.

Los indicadores de impacto para proyectos de desarrollo experimental se incluirán en el anexo, organizados por horizonte temporal, con mediciones asociadas a prototipos, validaciones, desempeño técnico, transferencia, escalamiento e innovación.

## Metodología

En los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental, la metodología explica cómo los insumos del proyecto se transforman en productos, resultados o servicios. Debe organizarse por cada objetivo específico, mostrando las actividades, tareas, entradas, salidas, responsables y criterios de aceptación que permitirán cumplir los resultados previstos. Miranda Miranda (2001) plantea que las actividades son acciones que utilizan insumos para producir resultados orientados a los objetivos del proyecto.

En investigación aplicada, la metodología debe mostrar cómo se genera o valida conocimiento para formular una solución conceptual frente a un problema práctico. Sus actividades pueden incluir revisión de antecedentes, análisis de teorías o tecnologías, formulación de hipótesis, diseño de modelos, pruebas conceptuales y validación preliminar. En desarrollo experimental, la metodología debe explicar cómo una solución previamente planteada se materializa, prueba y ajusta mediante prototipos, pilotos, ensayos o validaciones en condiciones cercanas a las reales.

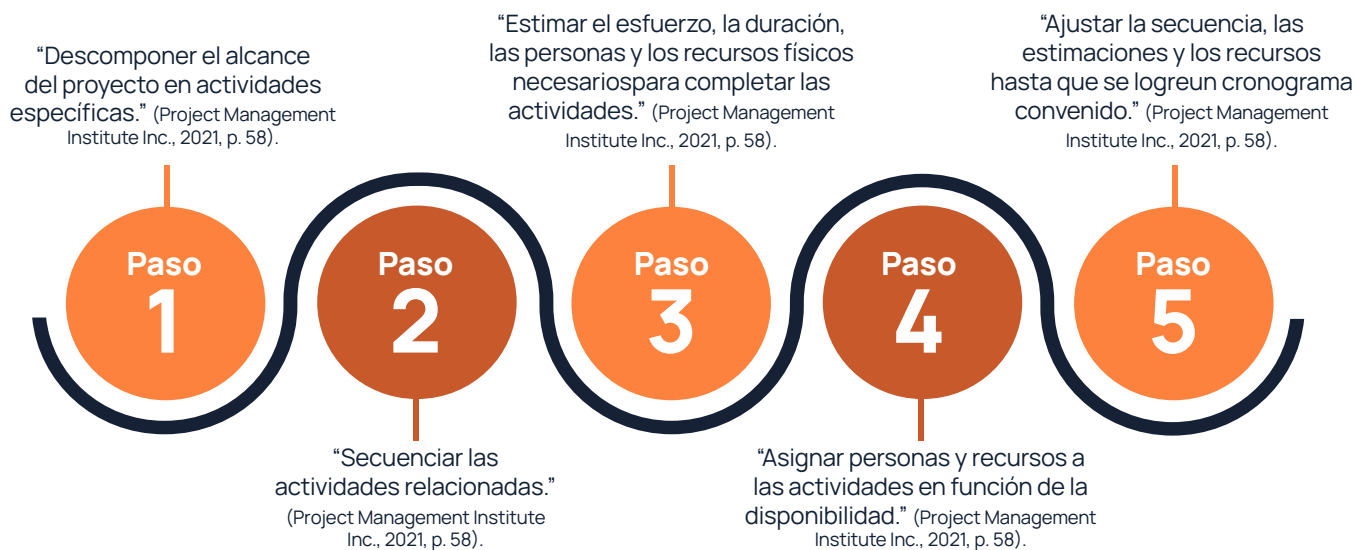
Además, para que un proyecto sea considerado de I+D, su metodología debe incluir actividades novedosas, creativas, inciertas, sistemáticas y transferibles o reproducibles, de acuerdo con la OCDE (2015). Esto significa que el proyecto debe generar conocimiento nuevo, proponer formas diferentes de abordar un problema, reconocer que los resultados no están garantizados, seguir un plan documentado y producir aprendizajes que puedan ser comunicados o utilizados por otros actores.

La metodología en proyectos de I+D no debe ser una lista general de actividades, sino una ruta técnica que demuestre cómo se reducirá la incertidumbre, cómo se validará la solución propuesta y qué evidencia permitirá comprobar el cumplimiento de los objetivos.

## Cronograma

“Un cronograma es un modelo para ejecutar las actividades del proyecto que incluye duraciones, dependencias y demás información de planificación.” (Project Management Institute Inc., 2021, p. 58). Son los lapsos de tiempo que durará cada actividad utilizando la metodología y los insumos para la transformación de resultados productos o servicios.

El proceso de realización del cronograma:



En los anexos se presenta la **Herramienta: Matriz para diseñar el cronograma en proyectos de I+D**, la cual orienta la organización de objetivos, productos, actividades, tareas, tiempos, responsables, insumos y criterios de aceptación,

asegurando una secuencia técnica coherente con la metodología y la incertidumbre propia de los proyectos de investigación aplicada y desarrollo experimental.

## Insumos

Son los rubros que se utilizarán en la metodología para la transformación en productos resultado o servicios. Ejemplos de insumos: Recurso humano, materiales, equipos, transporte, etc.

“Son los recursos humanos, tecnológicos, logísticos, de infraestructura o de dotación que se necesitan para realizar las actividades, producir los resultados y alcanzar los objetivos específicos.” (Miranda Miranda, 2001, p. 69)

Con el fin de facilitar la identificación y organización de los insumos requeridos en el proyecto, en los anexos se presenta la **Herramienta: Matriz para la construcción de insumos**, la cual orienta su relación con actividades, productos, resultados o servicios.

## Presupuesto

“**Presupuesto.** Estimación aprobada para el proyecto o cualquier componente de la estructura de desglose del trabajo (EDT) o cualquier actividad del cronograma.” (Project Management Institute Inc., 2021, p. 52) Es el valor monetario o financiero de los insumos, determinado en lapsos de tiempo durante la ejecución del proyecto. Recordemos que los insumos están dentro de las actividades y éstas están dentro de los productos resultados o servicios.

Es decir, se puede decir que la EDT sería:

Para apoyar la estimación financiera del proyecto, en los anexos se presenta la Herramienta: Matriz para la construcción del presupuesto, que permite valorar los insumos según actividades, tiempos de ejecución y productos, resultados o servicios esperados.

## Riesgos

En los proyectos, los riesgos se entienden como eventos inciertos que pueden presentarse durante la ejecución y generar efectos sobre uno o varios objetivos del proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2023). Su análisis permite anticipar situaciones que podrían afectar el alcance, el cronograma, el presupuesto, los recursos, la calidad o los resultados esperados, estimando su probabilidad e impacto.

Cuando el riesgo es negativo, deben definirse acciones de prevención, mitigación, contingencia o transferencia, con el fin de reducir su ocurrencia o controlar sus efectos. Cuando se trata de un riesgo positivo u oportunidad, se deben establecer acciones que permitan aprovecharlo y maximizar sus beneficios. En este sentido, el análisis de riesgos favorece una gestión proactiva del proyecto, orientada a evitar, disminuir o preparar respuestas frente a eventos que puedan afectar sus objetivos, recursos, tiempos y presupuesto (Maldonado, 2018). Para facilitar este proceso, en el anexo se presenta una **matriz de riesgos** que orienta su identificación, valoración y definición de medidas de gestión.

# Medellín está

UNA CIUDAD QUE GENERA, APROPIA Y TRANSFIERE CONOCIMIENTO

**Tecnova** 

**SAPIENCIA**  
Agencia de Educación  
Postsecundaria de Medellín

  
**Alcaldía de Medellín**  
Distrito de  
Ciencia, Tecnología e Innovación